

Method for producing a grating image, grating image and
security document

[0001] The invention relates to a method for producing a grating image having a grating pattern, the grating pattern being formed on the surface of a substrate with the aid of a writing apparatus.

[0002] The invention further relates to a grating image and a security document, such as bank notes, ID cards, or the like, with such a grating image.

[0003] Holograms, holographic grating images and further optically variable diffraction structures are used as security elements against forgeries in credit cards, bank notes, product packaging and the like. In general the manufacturing of these diffraction structures begins with exposing a light-sensitive layer to overlapping, coherent light beams.

[0004] Real holograms are formed by illuminating an object with coherent laser light, the laser light disturbed by the object being overlapped with an undisturbed reference beam in the light-sensitive layer.

[0005] Holographic diffraction gratings are the result, when the light beams overlapping in the light-sensitive layer consist of spatially expanded, uniform, coherent wave fields. When these are allowed to act upon the light-sensitive layer, e.g. a photographic film or a photoresist layer, the result is a holographic diffraction grating, which e.g. in a photographic film is preserved as bright and dark lines or in a photoresist layer as peaks and valleys. Because the light beams in this case are not disturbed by an object, the only result is an optically variable colour effect, but not the display of an image.

[0006] Holographic grating images can be produced out of holographic diffraction gratings, when not the entire surface of the light-sensitive material is covered with a uniform holographic diffraction grating, but masks are used, so that only parts of the recording area are covered with a uniform grating pattern, while other parts of the recording area may be covered with other grating patterns with the help of other masks. A holographic grating image thus is composed of several grating fields with

BEST AVAILABLE COPY

different diffraction grating patterns. With a grating image formed out of the sum of the grating fields most different image motifs can be depicted.

[0007] The diffraction gratings of a holographic grating image, usually, are ruled gratings with a multitude of grating lines located side by side. All diffraction gratings of each grating field or image field of the grating image are characterized by the grating constant, the azimuth angle and the contour or the outline. The grating constant here corresponds to the distance between the grating lines and the azimuth angle describes the inclination of the grating lines with respect to a reference direction. The grating constant and the azimuth angle are determined by the wavelength and the incidence direction of the wave fields used for exposing. The outlines of the image fields are produced with the aid of masks.

[0008] The grating constants of the grating patterns in the individual image fields are essential for the colours in the grating image, while the azimuth angles of the grating patterns are responsible for the visibility of these image fields from certain viewing angles. On the basis of this technique thus optically variable images, e.g. moving images or also plastically appearing images can be produced.

[0009] In general terms there can be stated, that a real hologram is an overlapping of holographic diffraction gratings, whereas in a holographic grating image several holographic diffraction gratings are disposed side by side. In general, real holograms appear photographically true-to-life compared to grating images. Grating images, however, can be designed graphically. In addition, grating images are more light intensive than real holograms, since the undisturbed diffraction gratings located side by side shine more intensive than the overlapping disturbed diffraction gratings.

[0010] The diffraction gratings located side by side can be holographically produced in different ways. One possibility is to divide the grating image into large-surface image fields and develop covering masks for these, which permit only one image field to be exposed at a time to form a uniform holographic diffraction grating. Or the entire grating image is divided into a multitude of small, nearly dot-shaped areas, these dot areas having a diameter of 10 to 200 micrometer. In the dot areas then with the aid of a dot matrix machine holographic diffraction gratings can be formed.

[0011] In particular with finely structured grating fields with different grating data the mask method is cumbersome in handling. Since the masks have to be brought into very close contact with the light-sensitive layer during the exposure process and positioned very precisely, which requires manual skill and dexterity.

[0012] But the manufacturing of the grating images divided into dot areas causes problems as well. The grating images divided into dot areas in fact can be produced automatically by machine and without requiring manual skill, but then the intensity of the reflected light is reduced by the spacings between the dot areas. Furthermore, the colours of the reflected light are distorted, since the gratings are composed in a small-surface fashion and are not uniform over a large surface. Further disadvantages are the perceptibility of the divided dots when viewed under a magnifying glass as well as the low degree of security, because dot matrix machines are easily available.

[0013] Furthermore, it is known to produce the dot areas of a quasi-screened grating image by means of an electron beam. The aforementioned disadvantages in connection with the grating image being divided into dots, however, apply in the same way also to this manufacturing variant.

[0014] Starting out from this prior art it is the problem of the invention to provide a method for producing grating images, which leads to optically variable grating images of a high light intensity, for the manufacturer of grating images is reliably realizable, and complicates the access for imitators by not dividing the grating images into dot areas.

[0015] Furthermore, it is the problem of the invention to create an optically variable grating image, which is easy to produce, and a security document with such a grating image.

[0016] This problem is solved by a method, a grating image, and a security element having the features of the independent patent claims. In claims dependent on these are specified advantageous embodiments and developments of the invention.

[0017] The invention enables large surfaces, visible to the naked eye, to be covered with a uniform grating, namely in a simple, non-holographic fashion, e.g. by means of

a focussed radiation, in particular an electron beam. I.e., a motif to be depicted is divided into individual image fields, which have an extent visually perceptible and these image fields are covered with a uniform grating. In this way the light intensity of the grating image can be increased, since unexposed spacings do not exist. The distortion of colours is also prevented, because the fields are covered over a large area with a grating and are not composed of small-surfaced dots with interfering spacings.

[0018] With this method at first the contour lines of the grating fields the grating image consists of are determined, and then the contour lines or the grating fields are filled with the desired grating pattern. In the simplest case a grating image consists of one single grating field, which has a contour line corresponding to that of the motif to be depicted. The components of the grating pattern within the contour line then are described by grating coordinates, which are supplied to a writing apparatus. The writing apparatus is an apparatus, which preferably by means of a suitable radiation, in particular a bundled beam, on the basis of the grating coordinates causes a change of state in a radiation-sensitive substrate material, so as to produce the grating fields of a grating image in the substrate.

[0019] The method according to the invention is particularly suitable for the automatic machine production of large-surface grating fields, since contour lines for the grating fields can be prepared and filled with grating patterns with the aid of computer programs. Computer programs are also able to output grating coordinates suitable for describing the grating patterns to an apparatus for processing the radiation-sensitive material. Once a process according to the invention is set up, the manufacturer is in a position to repeatedly perform the method in a reliable fashion. The access for imitators, however, is made more difficult, since the apparatuses implementing the inventive method are not available on the market in this combination by standard and are very expensive.

[0020] It is to be further emphasized, that with this inventive method light-intensive grating images can be produced, because the method permits the production of grating fields of nearly any size.

[0021] In one preferred embodiment the grating pattern is a ruled grating, the intersection points the grating lines have with the contour line respectively defining starting point and end point of the respective grating line, the coordinates of which are supplied to the writing apparatus for processing the light-sensitive material.

[0022] The inventive proceeding permits a structured storing of the produced grating coordinates, which, if required, can be transferred to the writing apparatus.

[0023] The grating coordinates, furthermore, preferably are disposed in such a way in the file, that the coordinates of the starting point of a grating line are located side by side with the coordinates of the starting point of a neighboring grating line and the coordinates of an end point of a grating line are located side by side with the coordinates of the end point of a neighboring grating line. Such a disposition of the grating coordinates is of advantage, because when working through the grating coordinates sorted in such a way the beam follows a meandering line without having to cover long idle distances.

[0024] Furthermore it is of advantage, when the starting points and end points of neighboring grating lines each are connected by reversing distances, so that the beam does not have to cover idle distances between the grating lines either. In this case the beam does not need to be turned off between the grating lines.

[0025] For further increasing the writing speed of the beam, the reversing distances can also be formed in a rounded fashion.

[0026] The invention, however, is not restricted to the use of ruled gratings as grating pattern. Instead of straight grating lines also curved, wave-shaped or any other not straight grating patterns can be used. In this case it is not sufficient to store only the coordinates of the intersection points, the grating lines forming the grating pattern have with the contour line, as starting points and end points. Furthermore, information about the path of the grating lines within the contour line has to be provided. For that purpose the coordinates of any number of intermediate points can be used, which as a polygonal curve describe the form of the grating line. Alternatively, the form of the grating line can also be described as a Bezier curve, in which the coordinates of merely

a few intermediate points and additionally a tangential direction with respect to the further path of the curve are stored.

[0027] The electron beam being used as a lithography instrument permits very fine resolutions, even as fine as in the nanometer range. For that reason it is inventively preferred. In those cases, in which grating patterns are to be written without requiring such a high resolution, also other lithography instruments are possible, so as to incorporate the inventive grating lines into a substrate. This can be, for example, mechanical engraving with a precision milling apparatus or a focussed UV laser. According to the invention all lithography instruments can be used which permit a drawing of strokes or lines according to the described data records, which from a starting point to an end point each is written in a sufficiently fine line thickness onto a suitable substrate.

[0028] The inventive grating images can be transferred to embossing dies of any desired form, which then are used for embossing any embossable layer, such as for example a thermoplastic layer or a lacquer layer, in particular a UV curable lacquer layer. This embossable layer preferably is located on a carrier, such as a plastic foil. Depending on the intended use of the plastic foil, the latter can have additional layers or security features. Thus the foil can be employed as security thread or security label. Alternatively, the foil can be designed as a transfer material, such as for example in the form of a hot stamping foil, which serves for the transfer of individual security elements to the objects to be secured.

[0029] The inventive grating images preferably are used for protecting documents of value, such as bank notes, ID cards, passports, and the like. Of course they can be also employed for other goods to be secured, such as CDs, books, etc.

[0030] According to the invention it is not necessarily required to compose the entire grating image out of inventive grating fields. In fact also only parts of a whole image can be realized in the form of the inventive grating fields, while other image parts are designed with the help of other methods, such as for example holographic gratings or real holograms or simple prints.

[0031] In the following the invention is explained in detail with reference to the accompanying figures. It is pointed out, that the Figures are not a true-to-scale representation of the invention, but merely serve for illustrating.

[0032] Figure 1 shows a simple grating image with rhomboidal outline;

[0033] Figure 2 shows a grating image composed of large-surface grating fields;

[0034] Figure 3 shows a detail B from the grating image according to Figure 2, which was manufactured with the help of the dot matrix method according to prior art;

[0035] Figure 4 shows an outline of an inventive grating field;

[0036] Figure 5 shows a grating pattern, with which the outline from Figure 4 is to be filled;

[0037] Figure 6 shows an overlapping of the grating pattern from Figure 5 with the contour line from Figure 4;

[0038] Figure 7 shows a grating field, the grating lines of which are described by starting points and end points;

[0039] Figure 8 shows a processing path for the grating field from Figure 7;

[0040] Figure 9 shows a final grating image;

[0041] Figure 10 shows a further modified processing path for the grating field from Figure 7;

[0042] Figure 11 shows the processing path from Figure 8 without idle distances between neighboring grating lines;

[0043] Figure 12 shows another further modified processing path without idle distances between neighboring grating lines;

[0044] Figure 13 shows the overlapping of a wavy-line-shaped grating pattern with the contour line from Fig. 4; and

[0045] Figure 14 shows a grating field, the grating lines of which are described by starting points and end points as well as intermediate points.

[0046] In Figure 1 a grating image 1 is shown, which consists of a single rhomboidal grating field 2. The grating field 2 is filled with a grating pattern, which has a multitude of grating lines 3 disposed side by side, which are disposed in a distance a to each other. The distance a is also referred to as grating constant. In addition the grating lines 3 are positioned in an azimuth angle α to a reference direction 4. The grating constant is of essential importance for the colour of the grating field, while the azimuth angle α is responsible for the visibility of the grating field 2 in certain viewing angles.

[0047] In Figure 2 a further grating image 5 is shown, which is composed of a multitude of grating fields 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66. Directly adjacent grating fields differ at least in one grating parameter from each other, such as e.g. the grating constant a or the azimuth angle α , which in the Figure is illustrated by the different hatchings. Not directly adjacent grating fields can perfectly well be covered with the same grating patterns. These grating fields when viewed from the same viewing angle are visually recognizable with the same colour. In the shown example this is the case for the grating fields 62, which depict the eyes of the face. For that reason they are covered with the same hatching.

[0048] Grating images, such as the grating image 5 shown in Figure 2, according to prior art are produced with the aid of masks and a holographic exposure technique, namely by overlapping spatially expanded, uniformly coherent wave fields in a light-sensitive layer. Here only those grating fields are exposed, which have the same grating constant a and the same azimuth angle α .

[0049] If for producing the grating image 5 the known dot matrix method is used, each grating field 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 will be composed of a multitude of dot areas 8, as shown in Figure 3. In Figure 3 area B from Figure 2 is shown in a highly magnified fashion, in case the grating image 5 was produced with the help of the dot matrix method. The border between two grating fields 64, 65 is shown, which are covered with different grating patterns 7, 7', so as to produce different visual

impressions. Here, however, not the entire area of a grating field 64, 65 is provided with the respective grating pattern 7, 7', but merely the dot areas 8. The grating patterns 7, 7' disposed in the dot areas 8 are produced either with the help of a holographic method namely by the overlapping of coherent wave fields or they are written with electron beam. These dot areas 8 are separated from each other by non-diffracting intermediate areas. As already mentioned above these intermediate areas lead to a reduction of the light intensity, i.e. the grating field or the grating image appears less brilliantly. If the dot areas are placed directly next to each other, they will have to be disposed in an overlapping fashion due to the process tolerances. This overlapping as well leads to visible perturbing effects, such as distorted colours.

[0050] According to the invention each of the grating fields 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 of the grating image 5 uniformly within itself is covered with a continuous grating pattern, which is produced with the aid of a controllable light beam or particle beam, in particular an electron beam.

[0051] In the following the method for producing the inventive grating fields 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 is explained.

[0052] According to Figure 4 in a first procedure step a contour line 9 is created, which corresponds to the contour line of the future grating field 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66. For this purpose commercial drawing programs can be used, such as for example Adobe-Illustrator, Macromedia-Freehand, Corel-Draw or the like. Contour lines 9 or grating fields 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66, which are to be filled with different grating patterns, are created preferably separately, e.g. in different levels of the drawing program or in different files. So as to increase the clarity of the drawing indicated by the contour lines 9, areas located within the contour lines 9 can be differently coloured in the drawing program.

[0053] In a further procedure step in the drawing program a grating pattern 10 is produced, such as for example shown in Figure 5. In Figure 5 the grating pattern 10 is composed of a multitude of hatching lines 11, which correspond to the future grating lines. Since commonly used drawing programs do not work in the micrometer range or therebelow and the distance between the real grating lines typically lies within a range

of between 0,5 and 2 micrometer, the grating pattern 10 is drawn in a highly magnified fashion. The magnification can be for example 10-fold, 100-fold or 1000-fold. The grating pattern 10 created in such a way when shown as computer image looks like a hatching, which extends across a drawing area 12.

[0054] But the grating pattern can also consist of wave-shaped or any other-shaped grating lines. In the drawing program these grating lines, as mentioned above, are described, for example, as polygonal curves or Bezier curves.

[0055] Then according to Figure 6 tools of the drawing program are applied, which permit a linking of the contour line 9, produced in the first procedure step and magnified with the same factor as the grating pattern, with the grating pattern 10 in such a way, that the grating pattern 10 is only preserved within the contour lines 9.

[0056] Thereby the grating lines 13 shown in Figure 7 are formed, which each are defined by a starting point 14 and an end point 15, i.e. the intersection points the grating lines 13 have with the contour line 9, and together constitute a grating field 16. It has to be taken into account, that in so far as possible only the grating lines 13 are left over and all contour lines 9 are removed.

[0057] The data file of the drawing program then is converted into a conventional object-oriented format, in which segments of straight lines are described by their starting points and end points. Each grating line 13 then is described by a starting point 14 and an end point 15. A suitable object-oriented format is e.g. the EPS- (Encapsulated Postscript) format.

[0058] In the event that the grating lines are not straight, the method is the same. For a clear characterization of those sections of the grating pattern located within the contour line 9, however, the intersection points alone are not sufficient. The mathematical functions describing the grating lines have to be taken into consideration here.

[0059] If the drawing program does not contain any tools for linking the grating pattern 10 to the contour line 9, the following method can be applied:

[0060] In a self-written program, e.g. in Visual C++, the hatching lines 11 are produced with the desired spacing and in the desired angle of inclination. The contour line 9 is read from an EPS format data file into the self-written program as a polygonal curve. The intersection points the hatching lines 11 have with the contour line 9 are the starting points 14 and end points 15 of the grating lines 13, which are required for the following procedure steps.

[0061] The EPS format data file containing the object data of starting points 14 and end points 15 then has to be edited. In detail, the objects of the starting points 14 and end points 15 have to be brought to the right scale and disposed in a suitable order.

[0062] With a suitable search program the object data of the starting points 14 and end points 15 can be found in the EPS format data file. Here, in general, one will notice, that the object data are stored in a rather disordered fashion. Therefore, one writes a program, which for each starting point 14 or end point 15 of a grating line 13 finds the most proximate starting point 14 or end point 15 of a further grating line 13 and sorts the grating lines in this order. If in every second grating line 13 the starting point 14 and end point 15 are interchanged, then a meandering processing path 17 as shown in Figure 8 will be the result. Since the grating lines 13 are connected to each other in a meandering fashion by the idle distances 18 drawn in dashed lines.

[0063] Furthermore, the object data of the starting points 14 and end points 15 are brought to the desired scale. If, for example, during the drawing process the values were magnified by a factor 1000, one interprets the millimeter values of the data record as micrometer values.

[0064] Data records are provided, which consist solely of starting points 14 and end points 15 of the grating lines 13. The grating lines 13 are to be written in an electron beam lithography machine, which works in a so-called CPC (Continuous Path Control) mode. This is a mode, in which the grating lines 13 characterized by starting points 14 and end points 15 can be written in a continuous fashion, in contrast to the so called „stitching“ that is mostly used, in which all image components, i.e. the lines as well, are divided into small elements.

[0065] As a substrate, e.g. a quartz glass plate can be used, which is provided with a thin chromium layer and onto which a photoresist layer is applied. The photoresist layer is of a thickness as required by the desired depth of the image relief. Preferably the thickness of the photoresist layer amounts to some 100 nanometer. The substrate and the created data records are supplied to the electron beam lithography machine and the lithography process is started. Having worked through all data records of the grating image, the substrate is removed from the machine and the photoresist layer is developed. The final result is the desired grating image on the quartz glass plate in the form of a peak-and-valley profile.

[0066] The photoresist master then is further processed as usual in optical holography. At first a thin silver layer is applied to the photoresist layer by vapour deposition or chemical deposit. Then in a galvanic bath a nickel molding of the photoresist master is produced, multiplied and used as embossing die for embossing an embossed layer. A grating image 19 embossed in such a way is shown in Figure 9. Therein the depressions 20 in the embossed layer are shown by way of dark lines. Depending on the production method the dark lines can also represent raised areas. The completely embossed embossed layer in the end is transferred to the final substrate, e.g. a bank note, credit card, or packaging material. The embossed layer here either is located on the final substrate or forms this substrate. This can be the case, for example, with foils, which later are cut into ID cards, bank notes, or security elements, such as security threads or labels. Alternatively, the embossed layer can be disposed on an intermediate carrier, such as a transfer material. Preferably the transfer material is a hot stamping foil. In the simplest case it consists of a carrier foil, onto which a thermoplastic layer or a lacquer layer, preferably a UV curable lacquer layer is applied. The grating image is transferred into this lacquer layer or thermoplastic layer with the help of the inventive embossing die. Then the embossed layer is provided with a metallic or dielectric layer, which ensures, that the grating image can be viewed in reflected light. Then the layer structure is provided with an adhesive layer, which when transferred is brought into contact with the end substrate or an object to be secured. After the transfer the carrier foil preferably is stripped off.

[0067] All embodiments of the security element, security document, security paper or other objects to be secured can have further security features apart from the inventive grating image, such as machine-readable layers or other visually testable features.

[0068] The meandering processing path 17 shown in Figure 8 in general is preferred to a natural processing path 21 which runs in zigzag as shown in Figure 10. In particular the idle distances, along which the electron beam is inactive, are optimally shortened with the meandering processing path 17. However, occasionally, the natural processing path shown in Figure 10 can be of advantage as well, when, for example, the writing apparatus has to be turned off for cooling purposes between two writing operations. Since the natural processing path 21 in zigzag form includes long idle distances 22, the writing apparatus can be turned off while travelling along the idle distances 22.

[0069] A further advantage of the meandering processing path 17 is the fact that along the short idle distances 18 at the edge of the grating field 16 the electron beam does not have to be deactivated, because the short connecting sections 23 at the edge of the grating field 16 do not affect the optical function of the grating field 16. Therefore, with the electron beam also the processing path 17 as shown in Figure 11 in the form of a to a large extent continuous polygonal curve can be written.

[0070] For further increasing the writing speed the corners of the connecting sections 23 can be looped or rounded. A processing path 17 respectively modified is shown in Figure 12.

[0071] The Figures 13 and 14 are to be understood analogous with Figures 6 and 7, wherein the grating pattern 30 overlapped with the contour line 9 does not consist of straight lines 11, but of wave-shaped grating lines 31. The grating lines 31 of the grating pattern 30 moreover are disposed in such a way, that the spacing of the grating is increasing along a grating line 31 from the left to the right, as apparent in Figure 13. The grating pattern 30 or the individual grating lines 31 here are described, as explained above, by polygonal curves or Bezier curves.

[0072] Analogous with the method explained in connection with Figures 6 and 7, here too, the intersection points 32, 33, the individual grating lines 31 have with the contour line 9, are determined. In contrast to the straight grating lines, these intersection points 32 and 33 are not sufficient as to completely describe the grating lines 31. The data record for this grating field, therefore, contains apart from the coordinates of the intersection points 32 and 33 also coordinates of several or many intermediate points within the contour line 9.

[0073] It is pointed out, that the Figures are of a mere schematic nature and only serve for illustrating. In practice the contour lines or the extent of the grating fields lie within the millimeter and centimeter range. The spacings between the grating lines lie in the micrometer range and therebelow. I.e., when in the Figures only few grating lines are drawn, in practice this corresponds to up to several thousands of grating lines. The electron beam as a lithography instrument permits very fine resolutions, which reach the nanometer range. For this reason it is preferably used. In case gratings are to be written, which do not require such a high resolution, also other lithography instruments are possible as to form the grating lines 13 in a substrate. Possible methods are mechanical engraving with a precision milling apparatus or another form of material removal, e.g. with a focussed UV laser. In principle all instruments can be used, which permit a writing of lines, on the basis of the above-mentioned data records, each starting at a starting point and ending at an end point, in a sufficiently fine line thickness onto a suitable substrate. Such a series of material processing leaves characteristic marks in the substrate, due to which the person skilled in the art at least with the help of an electron microscope can recognize, which type of instrument was used for producing the lines in the substrate.

P a t e n t C l a i m s

1. Method for producing a grating image (16, 19), which at least has one grating field (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66), comprising the following steps:
 - defining a contour line (9) of the grating field (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66),
 - filling the contour line (9) with the grating pattern (10), the grating pattern (10) within the contour line (9) being described by grating coordinates,
 - supplying the grating coordinates to a writing apparatus and
 - producing the grating pattern (10) in a substrate with the writing apparatus and with the help of the grating coordinates.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** the grating pattern (10) is formed by grating lines (13) which are disposed side by side.
3. Method according to claim 2, **characterized in that** as grating coordinates are selected the intersection points, the grating lines (13) have with the contour line (9), as well as, optionally, grating points of the grating field (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66) lying within the contour line.
4. Method according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** with the help of a data processing system the contour line of the grating field (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66) is created and filled with the grating pattern (10).
5. Method according to at least one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the grating lines are straight or curved.
6. Method according to at least one of the claims 1 to 5, **characterized in that** the grating coordinates of the grating lines (13) are sequentially sorted according to their spatial disposition.
7. Method according to claim 6, **characterized in that** the coordinates of a starting point (14) of a grating line (13) are sorted side by side with the respective coordinates of a starting point (14) of a neighboring grating line

(13) and the coordinates of an end point (15) of a grating line (13) side by side with the respective coordinates of an end point (15) of a further neighboring grating line (13).

8. Method according to claim 7, **characterized in that** the starting points and end points of grating lines (13) located side by side are connected to form a meandering processing path (17).
9. Method according to one of the claims 1 to 8, **characterized in that** the writing apparatus with the help of radiation causes a change of state in a radiation-sensitive material.
10. Method according to claim 9, **characterized in that** the writing apparatus is guided over the radiation-sensitive material according to the grating coordinates.
11. Method according to claim 9 or 10, **characterized in that** as a radiation-sensitive material a photoresist layer applied onto a substrate plate is used.
12. Method according to one of the claims 1 to 11, **characterized in that** as a writing apparatus an electron beam is used.
13. Method according to one of the claims 9 to 12, **characterized in that** after the caused change of state a metallization layer is applied onto the radiation-sensitive material and that therefrom a metallic molding is galvanically produced.
14. Method according to claim 13, **characterized in that** the molding is used as an embossing die for embossing a grating image into a substrate.
15. Grating image, which has at least one image field separately perceptible with the naked eye, in which a grating pattern consisting of not interrupted grating lines is disposed, which is produced by means of a lithography instrument.

16. Grating image according to claim 15, **characterized in that** as a lithography instrument focussed light radiation or a focussed particle beam, in particular an electron beam, is used.
17. Grating image according to claim 15 or 16, **characterized in that** the grating image has several image fields.
18. Grating image according to at least one of the claims 15 to 17, **characterized in that** the grating image has further image parts, which are manufactured with the help of a different technique.
19. Grating image, according to at least one of claims 15 to 18, **characterized in that** the grating pattern consists of grating lines, which form a diffraction grating.
20. Grating image according to at least one of the claims 15 to 19, **characterized in that** the grating lines (13) are connected to at least one meandering grating line by reversing sections (23) disposed at their ends (14, 15).
21. Grating image according to at least one of the claims 15 to 20, **characterized in that** the reversing distances (23) are rounded.
22. Security element with a grating image according to at least one of the claims 15 to 21.
23. Security element according to claim 22, **characterized in that** the security element is a security thread, a label or a transfer element.
24. Security paper with a grating image according to at least one of the claims 15 to 21.
25. Security paper with a security element according to claim 22 or 23.
26. Security document with a grating image according to at least one of the claims 15 to 21.
27. Security document with a security element according to claim 22 or 23.

28. Security document with a security paper according to claim 24 or 25.
29. Transfer material, in particular hot stamping foil with a grating image according to claims 15 to 21.
30. Apparatus for producing a grating image, which at least has one grating field perceptible with the naked eye, comprising the following devices:
 - device for defining a contour line of the grating field,
 - device for filling the contour line with a grating pattern, the grating pattern being described within the contour line by grating coordinates,
 - device for supplying the grating coordinates to a writing apparatus,
 - writing apparatus for producing the grating pattern in a substrate with the help of the grating coordinates.
31. Apparatus according to claim 30, **characterized in that** the writing apparatus is an electron beam.

A b s t r a c t

As to produce a grating image for a security document it is proposed to fill a contour line (9) with hatching lines (11) with the help of a drawing program, to calculate grating coordinates from the intersection points, the hatching lines (11) have with the contour line (9), and to supply the such produced data records to a lithography machine.

Figure 6

FIG 1

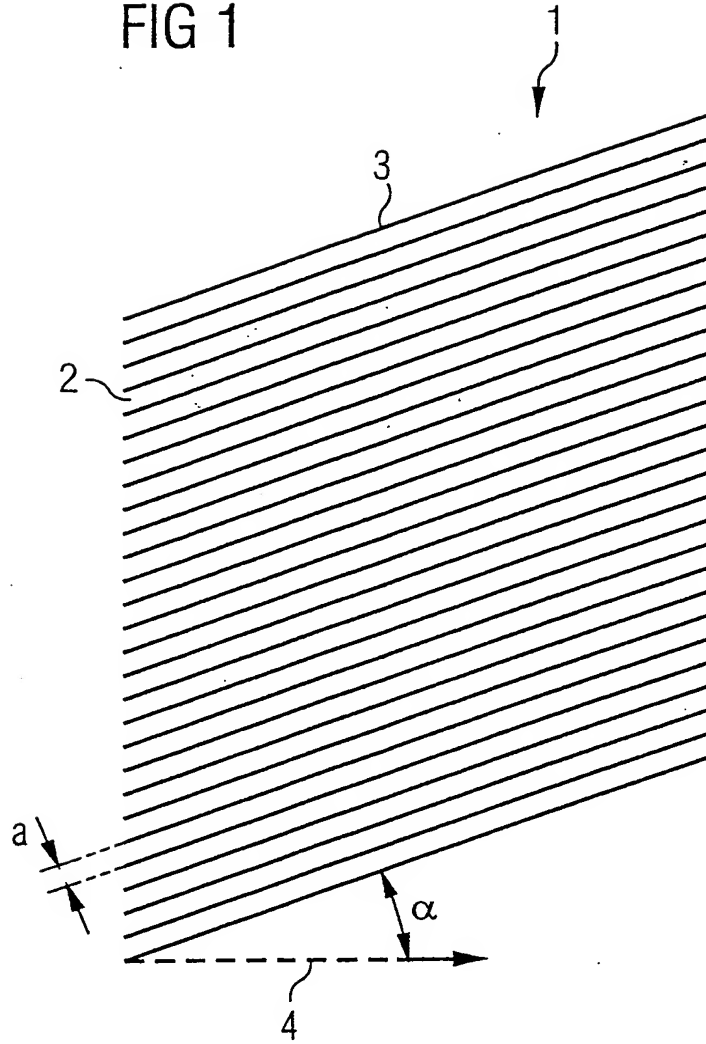


FIG 2

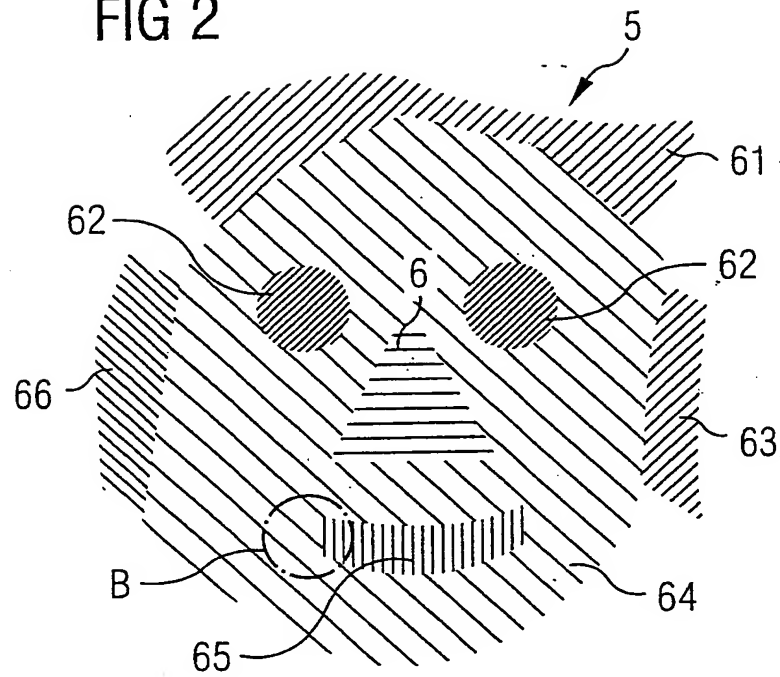


FIG 3 Stand der Technik

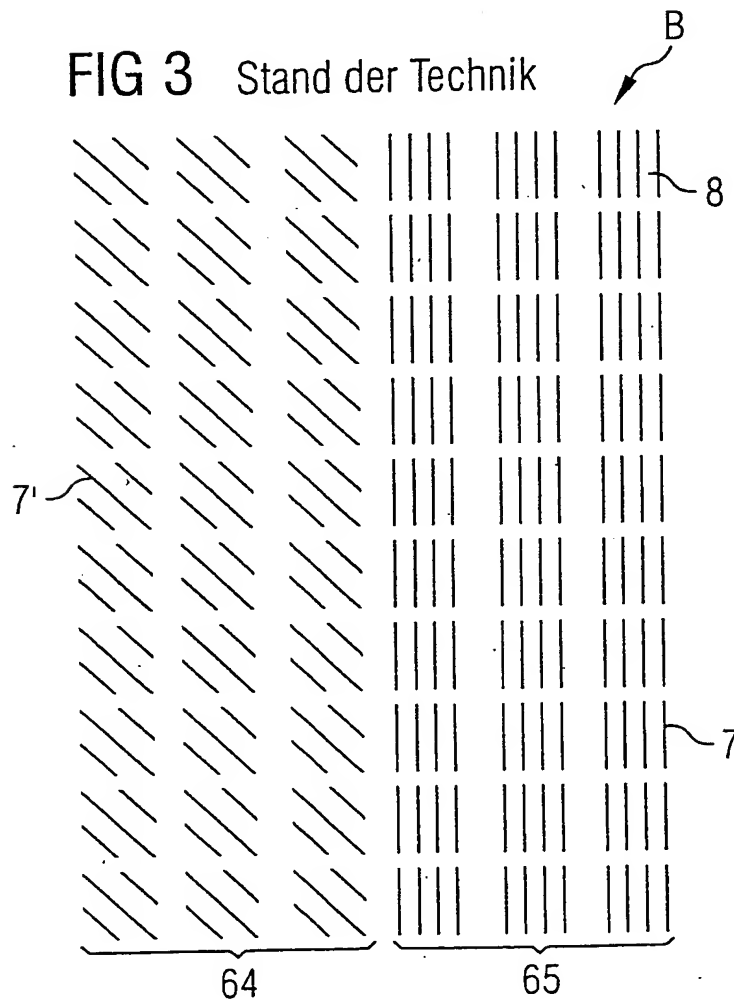


FIG 4

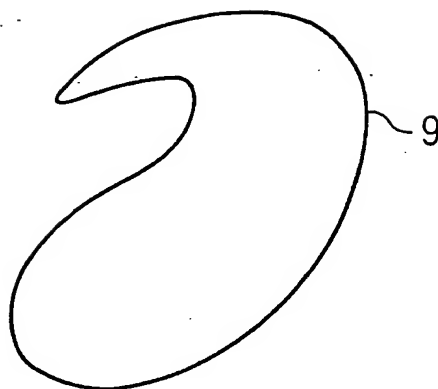


FIG 5

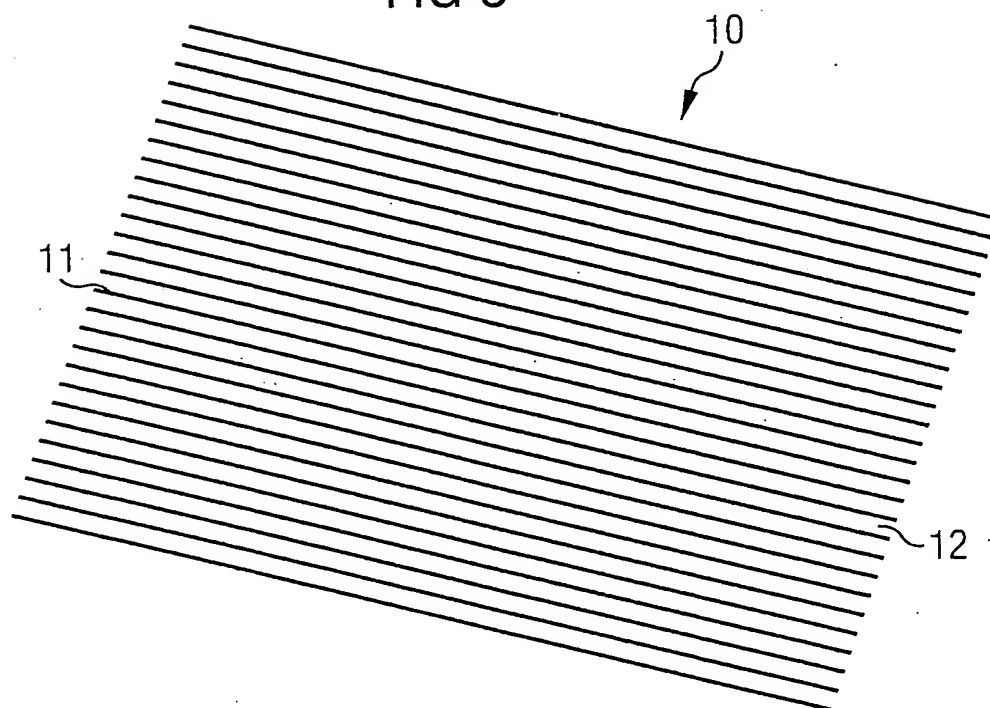


FIG 6

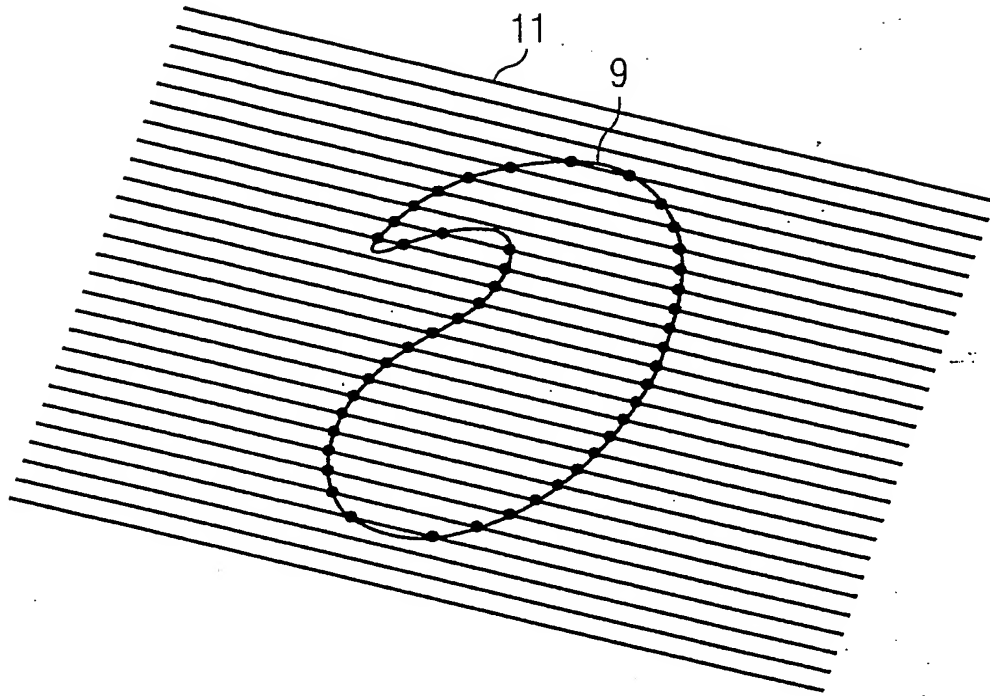


FIG 7

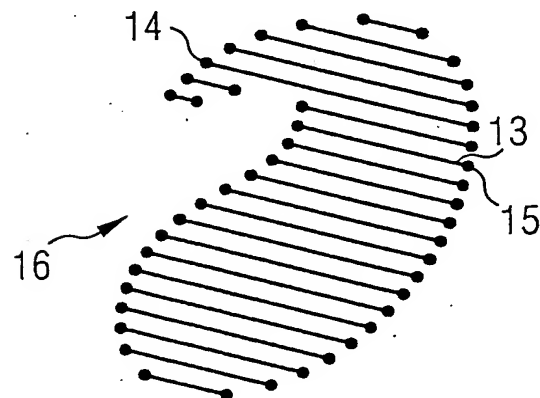


FIG 8

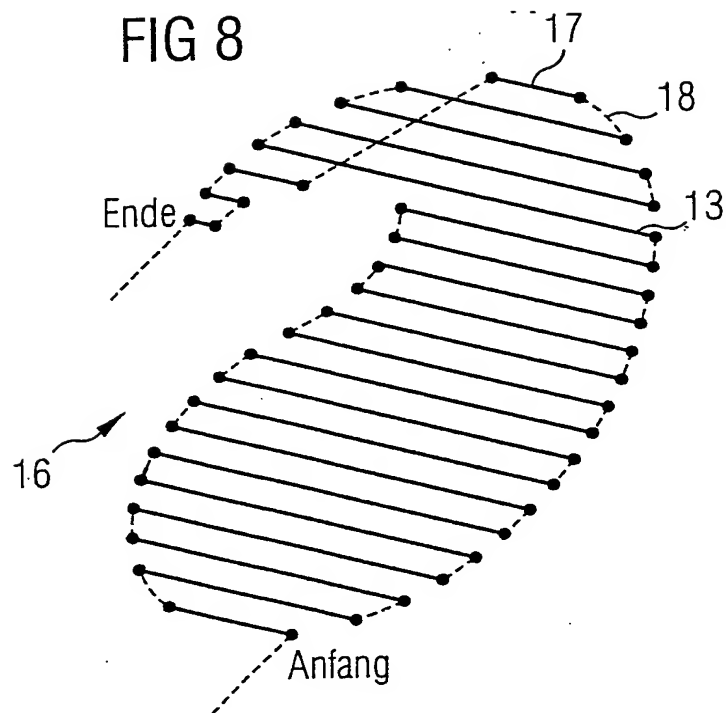


FIG 9

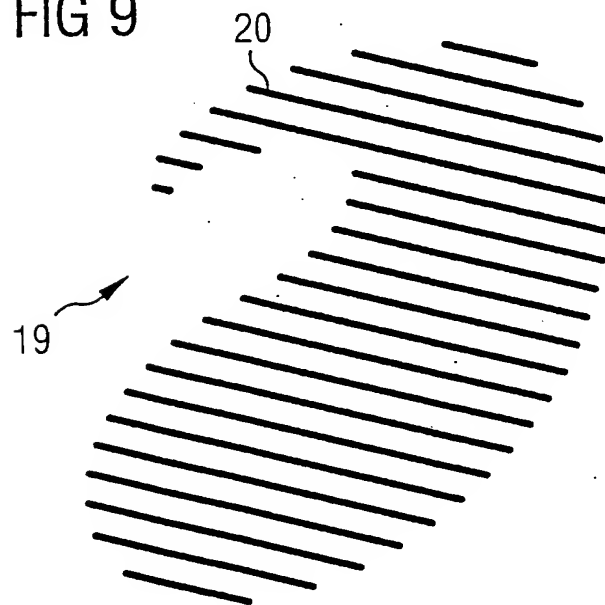


FIG 10

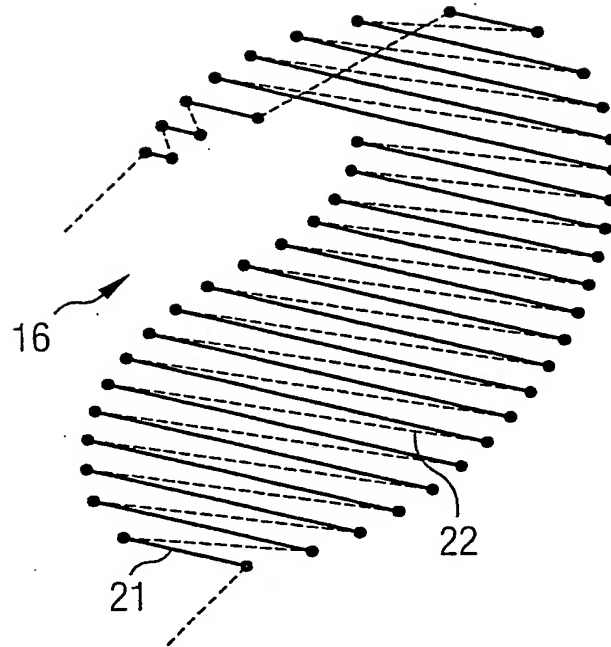


FIG 11

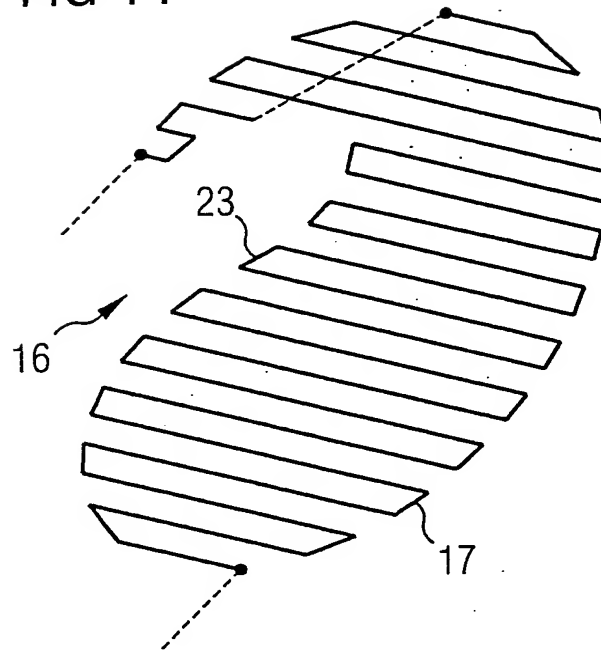


FIG 12

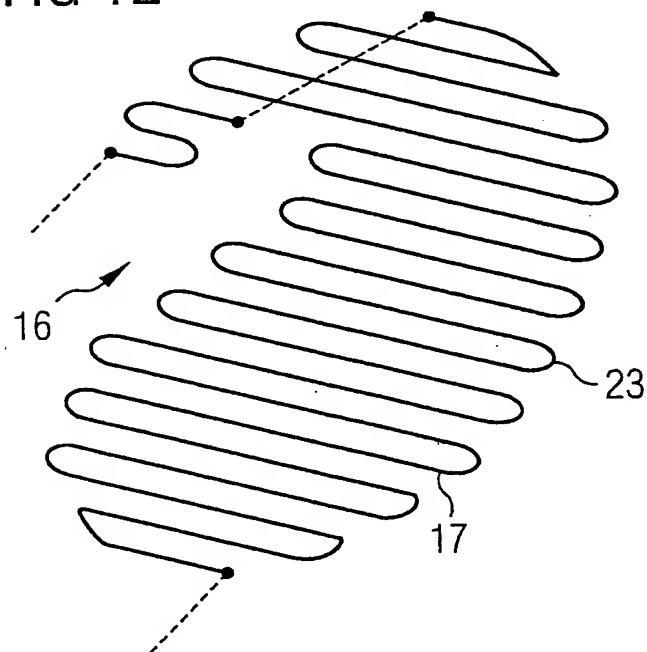


FIG 13

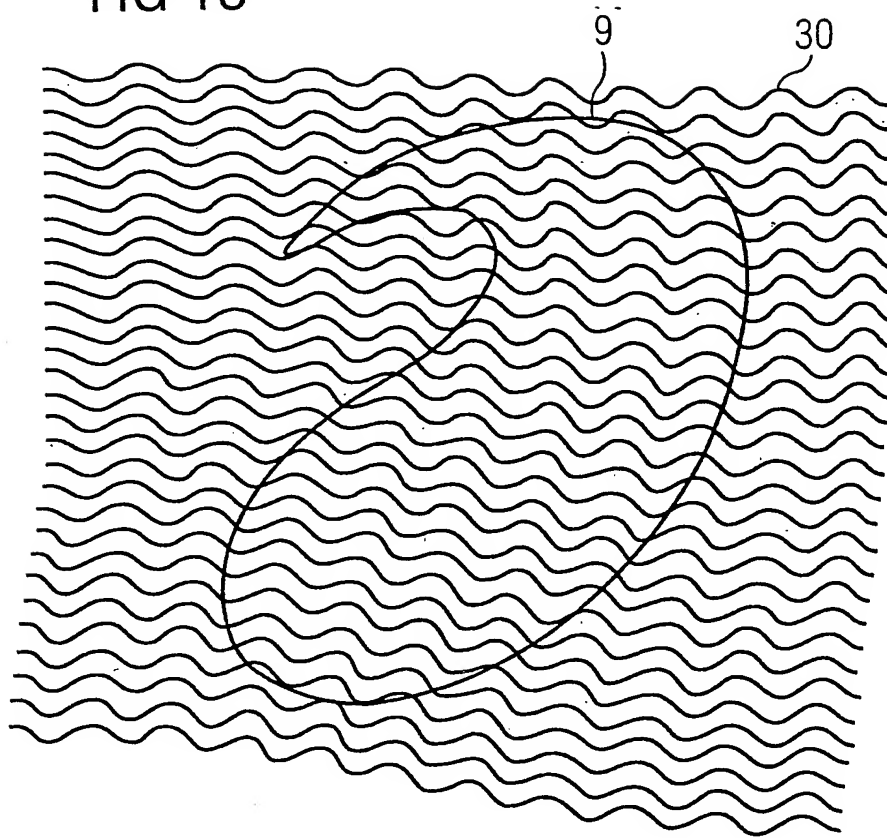
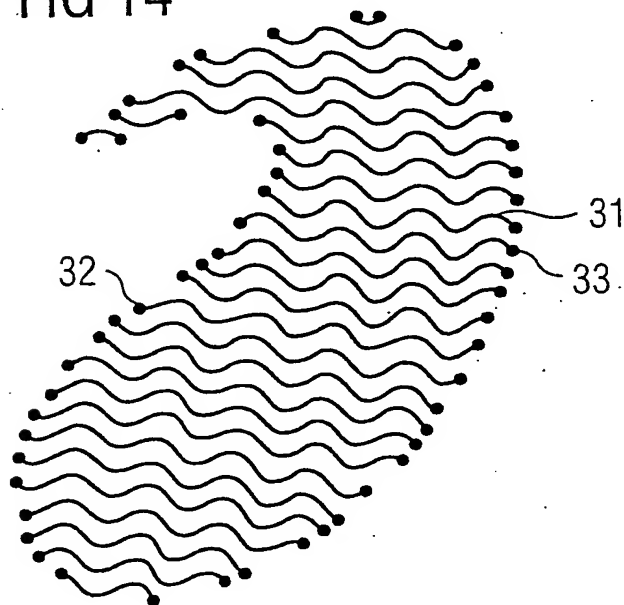


FIG 14



Verfahren zum Erzeugen eines Gitterbildes, Gitterbild und
Sicherheitsdokument

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen eines ein Gittermuster
5 aufweisenden Gitterbildes, bei dem mit Hilfe einer Schreibvorrichtung das
Gittermuster auf der Oberfläche eines Substrats ausgebildet wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Gitterbild und ein Sicherheitsdokument, wie
Banknoten, Ausweiskarten oder dergleichen, mit einem solchen Gitterbild.
10

Hologramme, holographische Gitterbilder und weitere optisch variable Beu-
gungsstrukturen werden als Sicherheitselemente gegen Fälschungen bei
Kreditkarten, Banknoten, Produktverpackungen und dergleichen verwen-
det. Im Allgemeinen beginnt die Herstellung dieser Beugungsstrukturen mit
15 der Belichtung einer lichtempfindlichen Schicht durch überlagerte, kohären-
te Lichtstrahlen.

Echte Hologramme entstehen, indem ein Objekt mit kohärentem Laserlicht
beleuchtet wird, wobei von dem Objekt gestörtes Laserlicht mit einem unge-
20 störten Referenzstrahl in der lichtempfindlichen Schicht überlagert wird.

Holographische Beugungsgitter entstehen, wenn die in der lichtempfindli-
chen Schicht überlagerten Lichtstrahlen aus räumlich ausgedehnten, einheit-
lichen, kohärenten Wellenfeldern bestehen. Wenn man diese auf die licht-
25 empfindliche Schicht, z.B. einen photographischen Film oder eine Photore-
sistschicht einwirken lässt, entsteht ein holographisches Beugungsgitter, das
z.B. in einem photographischen Film als helle und dunkle Linien oder in ei-
ner Photoresistschicht als Berge und Täler konserviert wird. Da die Licht-
strahlen in diesem Falle durch kein Objekt gestört werden, ergibt sich ledig-
30 lich ein optisch variabler Farbeffekt, jedoch keine Bilddarstellung.

Holographische Gitterbilder lassen sich aus holographischen Beugungsgittern erzeugen, wenn nicht die gesamte Fläche des lichtempfindlichen Materials mit einem einheitlichen holographischen Beugungsgitter belegt wird, sondern wenn Masken verwendet werden, so dass nur Teile der Aufnahme-
5 fläche mit einem einheitlichen Gittermuster belegt werden, während andere Teile der Aufnahme-
fläche über andere Masken mit anderen Gittermustern belegt werden können. Ein holographisches Gitterbild setzt sich somit aus mehreren Gitterfeldern mit unterschiedlichen Beugungsgittermustern zusammen. Mit einem aus der Summe der Gitterfelder gebildeten Gitterbild
10 lassen sich unterschiedlichste Bildmotive darstellen.

Üblicherweise handelt es sich bei den Beugungsgittern eines holographischen Gitterbildes um Strichgitter mit einer Vielzahl von nebeneinander liegenden Gitterlinien. Die Beugungsgitter eines jeden Gitterfelds bzw. Bild-
15 felds des Gitterbilds sind dabei jeweils durch die Gitterkonstante, den Azimutwinkel und die Kontur oder den Umriss gekennzeichnet. Die Gitterkonstante entspricht dabei dem Abstand der Gitterlinien und der Azimutwinkel beschreibt die Neigung der Gitterlinien bezüglich einer Referenzrichtung. Die Gitterkonstante und der Azimutwinkel werden durch die Wellenlänge
20 und Einfallsrichtung der belichtenden Wellenfelder eingestellt. Die Umrisse der Bildfelder werden mit Hilfe von Masken erzeugt.

Die Gitterkonstanten der Gittermuster in den einzelnen Bildfeldern sind wesentlich für die Farben im Gitterbild, während die Azimutwinkel der Gittermuster in den Bildfeldern für die Sichtbarkeit dieser Bildfelder in be-
25 stimmten Richtungen verantwortlich sind. Auf der Grundlage dieser Technik können daher optisch variable Bilder, z. B. bewegte Bilder oder auch plastisch wirkende Bilder, erzeugt werden.

Ganz allgemein lässt sich festhalten, dass ein echtes Hologramm eine Überlagerung von holographischen Beugungsgittern ist, wohingegen in einem holographischen Gitterbild mehrere holographische Beugungsgitter nebeneinander angeordnet sind. Im Allgemeinen wirken echte Hologramme im Vergleich zu Gitterbildern photographisch-lebensecht. Gitterbilder können dagegen graphisch gestaltet werden. Außerdem sind Gitterbilder lichtstärker als echte Hologramme, da die nebeneinander liegenden ungestörten Beugungsgitter intensiver leuchten als die überlagerten gestörten Beugungsgitter.

10

Die nebeneinander liegenden Beugungsgitter können holographisch auf verschiedene Weise hergestellt werden. Zum einen ist es möglich, das Gitterbild in großflächige Bildfelder aufzuteilen und dafür deckende Masken zu entwickeln, die jeweils nur eine Belichtung eines Bildfelds mit einem einheitlichen holographischen Beugungsgitter zulassen. Zum anderen kann das gesamte Gitterbild jedoch auch in eine Vielzahl von kleinen, nahezu punktförmigen Bereichen zerlegt werden, wobei diese Punktbereiche einen Durchmesser von 10 bis 200 Mikrometer haben. In den Punktbereichen können dann mit Hilfe einer Dot-Matrix-Maschine holographische Beugungsgitter ausgebildet werden.

20

Insbesondere bei fein strukturierten Gitterfeldern mit unterschiedlichen Gitterdaten ist die Maskentechnik umständlich in der Handhabung. Denn die Masken müssen beim Belichten in sehr engen Kontakt mit der lichtempfindlichen Schicht gebracht und sehr genau positioniert werden, was handwerkliches Geschick und Fingerfertigkeit erfordert.

25

Auch die Herstellung der in Punktbereiche zerlegten Gitterbilder ist nicht unproblematisch. Zwar können die in Punktbereiche zerlegten Gitterbilder

automatisch maschinell und ohne handwerkliches Geschick hergestellt werden, aber dafür wird die Intensität des reflektierten Lichts durch die Zwischenräume zwischen den Punktbereichen gemindert. Darüber hinaus werden die Farben des reflektierten Lichts verfälscht, da die Gitter kleinflächig
5 zusammengesetzt und nicht großflächig einheitlich sind. Weitere Nachteile sind die Erkennbarkeit der Punktzерlegung unter der Lupe sowie der geringe Sicherheitswert, da Dot-Matrix-Maschinen leicht verfügbar sind.

10 Darüber hinaus ist es bekannt, die Punktbereiche eines quasi aufgeräстerten Gitterbildes mittels eines Elektronenstrahls zu erzeugen. Die vorgenannten, mit der Punktzерlegung des Gitterbildes verbundenen Nachteile treffen aber in identischer Weise auch auf diese Herstellungsvariante zu.

15 Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erzeugen von Gitterbildern anzugeben, das zu optisch variablen Gitterbildern hoher Lichtstärke führt, für den Hersteller von Gitterbildern zuverlässig durchführbar ist und den Zugang für Nachahmer erschwert, indem es keine Zerlegung der Gitterbilder in Punktbereiche verwendet.

20 Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein einfach herstellbares, optisch variables Gitterbild und ein Sicherheitsdokument mit einem solchen Gitterbild zu schaffen.

25 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, ein Gitterbild und ein Sicherheitselement mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. In davon abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung ermöglicht es nun, auch große, mit bloßem Auge erkennbare Flächen eines Gitterbildes mit einem einheitlichen Gitter zu belegen, und zwar auf einfache, nicht-holographische Weise, z. B. mittels einer fokussierten Strahlung, insbesondere einem Elektronenstrahl. Das heißt, ein darzu-

5 stellendes Motiv wird in einzelne Bildfelder zerlegt, die eine visuell erkennbare Ausdehnung haben und diese Bildfelder werden mit einem einheitlichen Gitter belegt. Auf diese Weise kann die Lichtintensität des Gitterbildes erhöht werden, da es keine unbelichteten Zwischenräume gibt. Auch die Verfälschung der Farben entfällt, da die Felder großflächig einheitlich mit

10 einem Gitter belegt sind und nicht aus kleinflächigen Punkten mit störenden Zwischenräumen zusammengesetzt sind.

Bei dem Verfahren werden zunächst Umrisslinien der Gitterfelder festgelegt, aus denen das Gitterbild besteht, und anschließend die Umrisslinien bzw.

15 die Gitterfelder mit einem gewünschten Gittermuster gefüllt. Im einfachsten Fall besteht ein Gitterbild aus einem einzelnen Gitterfeld, das eine dem darzustellenden Motiv entsprechende Umrisslinie aufweist. Die Bestandteile des Gittermusters innerhalb der Umrisslinie werden dann durch Gitterkoordinaten beschrieben, die einer Schreibvorrichtung zugeführt werden. Bei der

20 Schreibvorrichtung handelt es sich um eine Vorrichtung, die vorzugsweise mittels einer geeigneten Strahlung, insbesondere eines gebündelten Strahls, auf Grundlage der Gitterkoordinaten eine Zustandsänderung in einem strahlungsempfindlichen Substratmaterial herbeiführt, um so die Gitterfelder eines Gitterbildes in dem Substrat zu erzeugen.

25

Das Verfahren gemäß der Erfindung eignet sich insbesondere für die maschinelle automatische Erzeugung großflächiger Gitterfelder, da Umrisslinien für die Gitterfelder mithilfe von Computerprogrammen erstellt und mit Gittermustern gefüllt werden können. Computerprogramme sind auch in

der Lage, zur Beschreibung der Gittermuster geeignete Gitterkoordinaten an eine Vorrichtung zur Bearbeitung des strahlungsempfindlichen Materials auszugeben. Nach der Einrichtung eines Prozesses gemäß der Erfindung ist dem Hersteller eine wiederholte zuverlässige Durchführung des Verfahrens
5 leicht möglich. Nachahmern ist dagegen der Zugang erschwert, da die Vorrichtungen, die das erfindungsgemäße Verfahren implementieren, nicht standardmäßig in dieser Kombination am Markt verfügbar und sehr teuer sind.

- 10 Hervorzuheben ist weiterhin, dass sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lichtstarke Gitterbilder erzeugen lassen, da sich mit dem Verfahren nahezu beliebig große Gitterfelder erzeugen lassen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Gittermuster um ein Strichgitter, wobei die Schnittpunkte der Gitterlinien mit der
15 Umrisslinie jeweils Anfangs- und Endpunkte der jeweiligen Gitterlinie definieren, deren Koordinaten der Schreibvorrichtung zur Bearbeitung des lichtempfindlichen Materials zugeführt werden.

- 20 Die erfindungsgemäße Vorgehensweise gestattet ein strukturiertes Abspeichern der erzeugten Gitterkoordinaten, die bei Bedarf an die Schreibvorrichtung transferiert werden können.

Die Gitterkoordinaten in der Datei werden darüber hinaus vorzugsweise so
25 angeordnet, dass die Koordinaten des Anfangspunkts einer Gitterlinie neben den Koordinaten des Anfangspunkts einer benachbarten Gitterlinie und die Koordinaten eines Endpunkts einer Gitterlinie neben den Koordinaten des Endpunkts einer benachbarten Gitterlinie liegen. Eine solche Anordnung der Gitterkoordinaten ist von Vorteil, denn beim Abarbeiten der auf diese Weise

sortierten Gitterkoordinaten folgt der Strahl einer mäanderförmigen Linie, ohne lange Leerstrecken zurücklegen zu müssen.

5 Weiter von Vorteil ist es, wenn die Anfangs- und Endpunkte benachbarter Gitterlinien jeweils durch Umkehrstrecken verbunden sind, so dass der Strahl auch zwischen den Gitterlinien keine Leerstrecke durchfährt. In diesem Fall braucht der Strahl nicht zwischen den Gitterlinien abgeschaltet zu werden.

10 Zur weiteren Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit des Strahls können die Umkehrstrecken auch verrundet ausgebildet werden.

Die Erfindung ist jedoch nicht auf die Verwendung von Strichgittern als Gittermuster beschränkt. Statt gerader Gitterlinien können auch geschwungene, wellenförmige oder beliebige andere nicht geradlinige Gittermuster verwendet werden. In diesem Fall genügt es nicht, die Koordinaten der Schnittpunkte der das Gittermuster bildenden Gitterlinien mit der Umrisslinie als Anfangs- und Endpunkte zu speichern. Es müssen darüber hinaus Informationen bezüglich des Verlaufs der Gitterlinien innerhalb der Umrisslinie zur Verfügung gestellt werden. Hierfür können die Koordinaten von beliebig vielen Zwischenpunkten verwendet werden, die als Polygonzug die Form der Gitterlinie beschreiben. Alternativ kann die Form der Gitterlinie auch als Bezier-Kurve beschrieben werden, bei welcher lediglich die Koordinaten weniger Zwischenpunkte und zusätzlich eine Tangentialrichtung bezüglich des weiteren Kurvenverlaufs gespeichert werden.

15
20
25

Der Elektronenstrahl als Lithographieinstrument erlaubt sehr feine Auflösungen bis in den Nanometer-Bereich. Deswegen wird er erfindungsgemäß bevorzugt. In Fällen, in welchen Gittermuster geschrieben werden sol-

len, ohne dass diese hohe Auflösung benötigt wird, kommen auch andere Lithographieinstrumente infrage, um die erfindungsgemäßen Gitterlinien in ein Substrat einzubringen. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine mechanische Gravur mit einer Präzisionsfräsvorrichtung oder einen fokussierten UV-Laser handeln. Erfindungsgemäß können alle Lithographieinstrumente eingesetzt werden, die es erlauben, aus den beschriebenen Datensätzen Striche bzw. Linien zu ziehen, die jeweils von einem Anfangspunkt bis zu einem Endpunkt in genügend feiner Strichstärke in ein geeignetes Substrat eingeschrieben werden.

10

Die erfindungsgemäßen Gitterbilder können in beliebig geformte Prägestempel umgesetzt werden, die anschließend zur Prägung einer beliebigen prägbaren Schicht, wie beispielsweise einer thermoplastischen Schicht oder einer Lackschicht, insbesondere einer UV-härtbaren Lackschicht verwendet werden. Diese prägbare Schicht befindet sich vorzugsweise auf einem Träger, wie einer Kunststofffolie. Je nach Verwendungszweck der Kunststofffolie kann diese zusätzliche Schichten oder Sicherheitsmerkmale aufweisen. So kann die Folie als Sicherheitsfaden oder Sicherheitsetikett eingesetzt werden. Alternativ kann die Folie als Transfermaterial, wie beispielsweise in Form einer Heißprägefolie, ausgestaltet sein, die zum Übertrag einzelner Sicherheitselemente auf zu sichernde Gegenstände dient.

20

Die erfindungsgemäßen Gitterbilder werden vorzugsweise zur Absicherung von Wertdokumenten, wie Banknoten, Ausweiskarten, Pässen und dergleichen, benutzt. Selbstverständlich können sie auch für andere zu sichernde Waren, wie CDs, Bücher, etc., eingesetzt werden.

25

Gemäß der Erfindung ist es auch nicht unbedingt notwendig, das gesamte Gitterbild aus Gitterfeldern gemäß der Erfindung zusammenzusetzen. Viel-

mehr können auch nur Teile eines Gesamtbildes in Form der erfindungsgemäßen Gitterfelder ausgeführt sein, während andere Bildanteile mit anderen Verfahren gestaltet werden, wie beispielsweise holographischen Gittern oder echten Hologrammen oder einfachen Aufdrucken.

5

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen im Einzelnen erläutert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Figuren keine maßgetreue Darstellung der Erfindung bieten, sondern lediglich der Veranschaulichung dienen. Es zeigen:

10

Figur 1 ein einfaches Gitterbild mit rautenförmigem Umriss;

Figur 2 ein Gitterbild, das aus großflächigen Gitterfeldern zusammengesetzt ist;

15

Figur 3 einen Ausschnitt B aus dem Gitterbild gemäß Figur 2, das im Dot-Matrix-Verfahren gemäß dem Stand der Technik hergestellt wurde;

20

Figur 4 einen Umriss eines erfindungsgemäßen Gitterfeldes;

Figur 5 ein Gittermuster, mit dem der Umriss aus Figur 4 gefüllt werden soll;

25

Figur 6 eine Überlagerung des Gittermusters aus Figur 5 mit der Umrisslinie aus Figur 4;

Figur 7 ein Gitterfeld, dessen Gitterlinien durch Anfangs- und Endpunkte beschrieben sind;

Figur 8 ein Bearbeitungsweg für das Gitterfeld aus Figur 7;

Figur 9 ein fertiges Gitterbild;

5 Figur 10 ein weiterer abgewandelter Bearbeitungsweg für das Gitterfeld aus Figur 7;

Figur 11 der Bearbeitungsweg aus Figur 8 ohne Leerstrecken zwischen benachbarten Gitterlinien;

10

Figur 12 ein noch weiterer abgewandelter Bearbeitungsweg ohne Leerstrecken zwischen benachbarten Gitterlinien;

15

Figur 13. Überlagerung eines wellenlinienförmigen Gittermusters mit der Umrisslinie aus Fig. 4; und

Figur 14 Gitterfeld, dessen Gitterlinien durch Anfangs- und Endpunkte sowie Zwischenpunkte beschrieben sind.

20 In Figur 1 ist ein Gitterbild 1 dargestellt, das aus einem einzelnen rautenförmigen Gitterfeld 2 besteht. Das Gitterfeld 2 ist mit einem Gittermuster ausgefüllt, das eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Gitterlinien 3 aufweist, die in einem Abstand a voneinander entfernt angeordnet sind. Der Abstand a wird auch als Gitterkonstante bezeichnet. Außerdem nehmen die
25 Gitterlinien 3 einen Azimutwinkel α zu einer Referenzrichtung 4 ein. Die Gitterkonstante ist wesentlich für die Farbe des Gitterfeldes, während der Azimutwinkel α für die Sichtbarkeit des Gitterfeldes 2 in bestimmten Betrachtungsrichtungen verantwortlich ist.

In Figur 2 ist ein weiteres Gitterbild 5 dargestellt, das aus einer Vielzahl von Gitterfeldern 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 zusammengesetzt ist. Direkt aneinander grenzende Gitterfelder unterscheiden sich wenigstens in einem Gitterparameter, wie z.B. der Gitterkonstante a oder dem Azimutwinkel α , was in der Figur durch die unterschiedlichen Schraffuren veranschaulicht wird. Nicht direkt aneinander grenzende Gitterfelder können durchaus mit gleichen Gittermustern belegt werden. Diese Gitterfelder sind unter dem gleichen Betrachtungswinkel mit der gleichen Farbe visuell erkennbar. Im gezeigten Beispiel ist dies für die Gitterfelder 62 der Fall, welche die Augen des Gesichts darstellen. Sie werden daher auch mit der gleichen Schraffur belegt.

Gitterbilder, wie das in Figur 2 dargestellte Gitterbild 5, werden im Stand der Technik mit Hilfe von Masken und einer holographischen Belichtungs-technik hergestellt, indem räumlich ausgedehnte, einheitlich kohärente Wellenfelder in einer lichtempfindlichen Schicht überlagert werden. Dabei werden jeweils nur diejenigen Gitterfelder belichtet, die die gleiche Gitterkonstante a und den gleichen Azimutwinkel α aufweisen.

Wird für die Herstellung des Gitterbildes 5 das bekannte Dot-Matrix-Verfahren verwendet, so wird jedes Gitterfeld 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 aus einer Vielzahl von Punktbereichen 8 zusammengesetzt, wie sie in Figur 3 dargestellt sind. In Figur 3 ist stark vergrößert der Bereich B aus Figur 2 dargestellt, für den Fall, dass das Gitterbild 5 im Dot-Matrix-Verfahren hergestellt wurde. Es wird die Grenze zwischen zwei Gitterfeldern 64, 65 gezeigt, die mit unterschiedlichen Gittermustern 7, 7' belegt sind, um unterschiedliche visuelle Eindrücke zu erzeugen. Hier wird jedoch nicht der gesamte Bereich eines Gitterfeldes 64, 65 mit dem jeweiligen Gittermuster 7, 7' versehen, sondern lediglich die Punktbereiche 8. Die in den Punktbereichen 8 angeordneten Gittermuster 7, 7' werden entweder auf holographischem Wege durch die

Überlagerung von kohärenten Wellenfeldern erzeugt oder mit Elektronenstrahl geschrieben. Diese Punktbereiche 8 sind durch nicht beugende Zwischenbereiche voneinander getrennt. Wie bereits erwähnt, führen diese Zwischenbereiche zu einer Minderung der Lichtintensität, d.h. das Gitterfeld bzw. das Gitterbild erscheint weniger brillant. Werden die Punktbereiche
5 direkt aneinander gesetzt, so müssen sie aufgrund der Fertigungstoleranzen überlappend angeordnet werden. Auch diese Überlagerung führt zu sichtbaren Störeffekten, wie Farbverfälschungen.

10 Gemäß der Erfindung wird jedes der Gitterfelder 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 des Gitterbildes 5 in sich einheitlich mit einem durchgehenden Gittermuster belegt, das mit Hilfe eines steuerbaren Licht- oder Teilchenstrahls, insbesondere eines Elektronenstrahls, erzeugt wird.

15 Im Folgenden wird das Verfahren zur Erzeugung der erfindungsgemäßen Gitterfelder 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 erläutert.

In einem ersten Verfahrensschritt wird gemäß Figur 4 eine Umrisslinie 9, die der Umrisslinie des späteren Gitterfeldes 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66 entspricht,
20 erstellt. Dazu kann auf handelsübliche Zeichenprogramme, wie beispielsweise Adobe-Illustrator, Macromedia-Freehand, Corel-Draw oder dergleichen zurückgegriffen werden. Umrisslinien 9 bzw. Gitterfelder 6, 61, 62, 63, 64, 65, 66, die mit unterschiedlichen Gittermustern gefüllt werden sollen, werden vorzugsweise separat, z.B. in verschiedenen Ebenen des Zeichen-
25 programms oder in verschiedenen Dateien erstellt. Um die Übersichtlichkeit der von den Umrisslinien 9 angedeuteten Zeichnung zu erhöhen, können in den Umrisslinien 9 liegende Flächen im Zeichenprogramm in unterschiedlichen Farben eingefärbt werden.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird in dem Zeichenprogramm ein Gittermuster 10 erzeugt, wie es beispielsweise in Figur 5 dargestellt ist. In Figur 5 setzt sich das Gittermuster 10 aus einer Vielzahl von Schraffurlinien 11 zusammen, die den späteren Gitterlinien entsprechen. Da gängige Zeichenprogramme nicht im Mikrometerbereich oder darunter arbeiten und der Abstand zwischen den tatsächlichen Gitterlinien typischerweise im Bereich zwischen 0,5 und 2 Mikrometer liegt, wird das Gittermuster 10 vergrößert gezeichnet. Die Vergrößerung kann beispielsweise 10-fach, 100-fach oder 1000-fach sein. Das so erstellte Gittermuster 10 sieht im Computerbild wie eine Schraffur aus, die sich über einen Zeichenbereich 12 erstreckt.

Das Gittermuster kann aber auch aus wellenförmigen oder beliebig anders geformten Gitterlinien bestehen. Im Zeichenprogramm werden diese Gitterlinien, wie bereits erwähnt, beispielsweise als Polygonzüge oder Bezier-Kurven beschrieben.

Nun werden gemäß Figur 6 Werkzeuge aus dem Zeichenprogramm angewandt, welche es gestatten, die im ersten Verfahrensschritt erzeugte Umrisslinie 9, die im gleichen Maßstab vergrößert ist wie das Gittermuster, mit dem Gittermuster 10 so zu verknüpfen, dass das Gittermuster 10 nur innerhalb der Umrisslinien 9 erhalten bleibt.

Dadurch entstehen die in Figur 7 dargestellten Gitterlinien 13, die jeweils durch einen Anfangspunkt 14 und einen Endpunkt 15, d. h. den Schnittpunkten der Gitterlinien 13 mit der Umrisslinie 9, definiert sind und zusammen ein Gitterfeld 16 bilden. Es ist darauf zu achten, dass möglichst nur die Gitterlinien 13 stehen bleiben und alle Umrisslinien 9 entfernt sind.

Die Datei des Zeichenprogramms wird nun in ein übliches objektorientiertes Format transformiert, in welchem Geradenstücke durch ihre Anfangs- und Endpunkte beschrieben werden. Jede Gitterlinie 13 wird nun durch einen Anfangspunkt 14 und einen Endpunkt 15 beschrieben. Ein geeignetes
5 objektorientiertes Format ist z.B. das EPS-(Encapsulated Postscript) Format.

Für den Fall, dass die Gitterlinien nicht geradlinig sind, wird nach dem gleichen Verfahren vorgegangen. Für eine eindeutige Charakterisierung der in der Umrisslinie 9 liegenden Teilstücke des Gittermusters genügen in diesem
10 Fall jedoch nicht allein die Schnittpunkte. Die die Gitterlinien beschreibenden mathematischen Funktionen sind hierbei zu berücksichtigen.

Falls das Zeichenprogramm keine Werkzeuge zum Verknüpfen des Gittermusters 10 mit der Umrisslinie 9 enthält, kann wie folgt verfahren werden:
15

In einem selbst geschriebenen Programm, z.B. in Visual C++, werden die Schraffurlinien 11 im gewünschten Abstand und im gewünschten Neigungswinkel erzeugt. Die Umrisslinie 9 aus einer Datei in EPS-Format wird als Polygonzug in das selbst geschriebene Programm eingelesen. Die
20 Schnittpunkte der Schraffurlinien 11 mit der Umrisslinie 9 sind die Anfangspunkte 14 und Endpunkte 15 der Gitterlinien 13, die in den folgenden Verfahrensschritten benötigt werden.

Die Datei in EPS-Format mit den Objektdaten der Anfangspunkte 14 und der
25 Endpunkte 15 muss nun aufbereitet werden. Im Einzelnen müssen die Objekte der Anfangspunkte 14 und der Endpunkte 15 auf den richtigen Maßstab gebracht und in einer geeigneten Reihenfolge angeordnet werden.

Mit einem geeigneten Suchprogramm lassen sich in der Datei in EPS-Format die Objektdaten der Anfangspunkte 14 und der Endpunkte 15 finden. Dabei stellt man im Allgemeinen fest, dass diese Objektdaten ziemlich ungeordnet abgespeichert sind. Man schreibt daher ein Programm, das zu jedem Anfangspunkt 14 oder Endpunkt 15 einer Gitterlinie 13 den nächstgelegenen Anfangspunkte 14 oder Endpunkt 15 einer weiteren Gitterlinie 13 findet und ordnet die Gitterlinien in dieser Reihenfolge an. Wenn man nun bei jeder zweiten Gitterlinie 13 den Anfangspunkt 14 und den Endpunkt 15 vertauscht, dann ergibt sich ein in Figur 8 dargestellter mäanderförmiger Bearbeitungsweg 17. Denn die Gitterlinien 13 sind durch in Figur 8 gestrichelt eingezeichnete Leerstrecken 18 mäanderförmig untereinander verbunden.

Weiterhin bringt man die Objektdaten der Anfangspunkte 14 und der Endpunkte 15 auf den gewünschten Maßstab. Falls beispielsweise beim Zeichnen um einen Faktor 1000 vergrößert wurde, interpretiert man die Millimeterangaben im Datensatz als Mikrometerangaben.

Nunmehr stehen Datensätze zur Verfügung, die nur aus den Anfangspunkten 14 und den Endpunkten 15 der Gitterlinien 13 bestehen. Die Gitterlinien 13 sollen in eine Elektronenstrahl-Lithographie-Maschine geschrieben werden, die im so genannten CPC (Continuous Path Control) -Modus arbeitet. Dies ist ein Modus, bei dem die durch Anfangspunkte 14 und Endpunkte 15 gekennzeichneten Gitterlinien 13 durchgehend geschrieben werden können, im Gegensatz zum meistens verwendeten, so genannten „Stitching“, bei dem alle Bildbestandteile, also auch die Linien, in kleine Elemente zerlegt werden.

Als Substrat lässt sich z.B. eine Quarzglasplatte verwenden, die mit einer dünnen Chromschicht versehen ist und auf die eine Photoresistschicht aufgebracht ist. Die Photoresistschicht ist so dick, wie es die gewünschte Tiefe

des Bilderreliefs erfordert. Vorzugsweise beträgt die Dicke der Photoresistschicht einige 100 Nanometer. Das Substrat und die erstellten Datensätze werden der Elektronenstrahl-Lithographie-Maschine zugeführt und der Lithographieprozess gestartet. Nachdem alle Datensätze des Gitterbilds abgearbeitet sind, wird das Substrat aus der Maschine entnommen und die Photoresistschicht entwickelt. Als Endergebnis erhält man das gewünschte Gitterbild als Berg- und Tal-Profil auf der Quarzglasplatte.

Der Photoresist-Master wird nun in der üblichen Weise wie bei der optischen Holographie weiter verarbeitet. Zunächst wird eine dünne Silberschicht auf die Photoresistschicht durch Bedampfen oder chemischen Niederschlag aufgetragen. Anschließend wird in einem Galvanikbad eine Nickelabformung vom Photoresist-Master erzeugt, vervielfacht und als Prägestempel zum Prägen einer Prägeschicht verwendet. Ein derartiges geprägtes Gitterbild 19 ist in Figur 9 dargestellt. Dabei sind Vertiefungen 20 in der Prägeschicht durch dunkle Linien dargestellt. Je nach Herstellungsverfahren können die dunklen Linien jedoch auch Erhöhungen darstellen. Die fertig geprägte Prägeschicht wird schließlich auf das endgültige Substrat, z.B. eine Banknote, Kreditkarte oder Verpackungsmaterial, transferiert. Die Prägeschicht befindet sich hierbei entweder auf dem endgültigen Substrat oder bildet dieses Substrat. Dies kann beispielsweise bei Folien der Fall sein, die später in Ausweiskarten, Banknoten oder Sicherheitselemente, wie Sicherheitsfäden oder Etiketten, geschnitten werden. Alternativ kann die Prägeschicht auch auf einem Zwischenträger, wie einem Transfermaterial, angeordnet sein. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Transfermaterial um eine Heißprägefolie. Sie besteht im einfachsten Fall aus einer Trägerfolie, auf die eine thermoplastische Schicht oder eine Lackschicht, vorzugsweise eine UV-härtbare Lackschicht, aufgebracht ist. In diese Lackschicht bzw. thermoplastische Schicht wird mithilfe des erfindungsgemäßen Prägestempels das Git-

terbild übertragen. Anschließend wird die Prägeschicht mit einer metallischen oder dielektrischen Schicht versehen, die dafür sorgt, dass das Gitterbild in Reflexion beobachtet werden kann. Anschließend wird der Schichtaufbau mit einer Kleberschicht versehen, die beim Übertrag mit dem Endsubstrat bzw. einem zu sichernden Gegenstand in Kontakt gebracht wird.
5 Nach dem Übertrag wird die Trägerfolie vorzugsweise abgezogen.

Alle Ausführungsformen des Sicherheitselements, Sicherheitsdokuments, Sicherheitspapiers oder anderer zu sichernder Gegenstände können neben
10 dem erfindungsgemäßen Gitterbild weitere Sicherheitsmerkmale, wie maschinell lesbare Schichten oder andere visuell prüfbare Merkmale aufweisen.

Der in Figur 8 dargestellte mäanderförmige Bearbeitungsweg 17 wird gegenüber einem in Figur 10 dargestellten natürlichen Bearbeitungsweg 21, der
15 in Zick-Zack-Form verläuft, im Allgemeinen bevorzugt. Insbesondere sind die Leerstrecken, in denen der Elektronenstrahl inaktiv ist, bei dem mäanderförmigen Bearbeitungsweg 17 optimal verkürzt. Gelegentlich kann jedoch auch der in Figur 10 dargestellte natürliche Bearbeitungsweg von Vorteil sein, wenn beispielsweise die Schreibvorrichtung zu Kühlzwecken zwischen zwei Schreibvorgängen abgeschaltet werden muss. Da der natürliche
20 Bearbeitungsweg 21 in Zick-Zack-Form über lange Leerstrecken 22 verfügt, kann die Abschaltung entlang den Leerstrecken 22 durchgeführt werden.

Ein weiterer Vorteil des mäanderförmigen Bearbeitungswegs 17 ist, dass der
25 Elektronenstrahl entlang den kurzen Leerstrecken 18 am Rand des Gitterfelds 16 nicht deaktiviert werden muss, da am Rande des Gitterfeldes 16 angeordnete kurze Verbindungsstücke 23 die optische Funktion des Gitterfelds 16 nicht beeinträchtigen. Daher kann mit dem Elektronenstrahl auch der in

Figur 11 dargestellte Bearbeitungsweg 17 in der Form eines weitgehend durchgehenden Polygonzugs geschrieben werden.

5 Zur weiteren Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit können die Ecken der Verbindungsstücke 23 auch verschliffen oder abgerundet werden. Ein entsprechend modifizierter Bearbeitungsweg 17 ist in Figur 12 dargestellt.

Die Figuren 13 und 14 sind analog zu den Figuren 6 und 7 zu verstehen, wobei das mit der Umrisslinie 9 überlagerte Gittermuster 30 nicht aus geraden
10 Linien 11 besteht, sondern aus wellenförmigen Gitterlinien 31. Die Gitterlinien 31 des Gittermusters 30 sind zudem so angeordnet, dass der Gitterabstand entlang einer Gitterlinie 31 von links nach rechts zunimmt, wie aus Figur 13 ersichtlich. Das Gittermuster 30 bzw. die einzelnen Gitterlinien 31 werden dabei, wie bereits erläutert, durch Polygonzüge oder Bezier-Kurven
15 beschrieben.

Analog zu dem im Zusammenhang mit den Figuren 6 und 7 erläuterten Verfahren werden auch hier die Schnittpunkte 32, 33 der einzelnen Gitterlinien 31 mit der Umrisslinie 9 bestimmt. Im Gegensatz zu den geradlinigen Gitter-
20 linien genügen jedoch diese Schnittpunkte 32 und 33 nicht, um die Gitterlinien 31 vollständig zu beschreiben. Der zu diesem Gitterfeld gehörende Datensatz enthält daher neben den Koordinaten der Schnittpunkte 32 und 33 auch Koordinaten mehrerer oder vieler Zwischenpunkte innerhalb der Umrisslinie 9.

25

Es wird darauf hingewiesen, dass die Abbildungen rein schematisch sind und lediglich der Veranschaulichung dienen. In der Praxis liegen die Umrisslinien bzw. die Ausdehnung der Gitterfelder im Millimeter- und Zentimeter-Bereich. Die Gitterlinienabstände liegen im Mikrometer-Bereich und

darunter. D.h., wenn in den Figuren einige wenige Gitterlinien gezeichnet sind, entspricht dies in der Praxis bis zu mehreren tausend Gitterlinien. Der Elektronenstrahl als Lithographieinstrument erlaubt sehr feine Auflösungen bis in den Nanometerbereich. Deswegen wird er bevorzugt verwendet. In Fällen, in denen Gitter geschrieben werden sollen, ohne dass diese hohe Auflösung benötigt wird, kommen auch andere Lithographieinstrumente infrage, um die Gitterlinien 13 in einem Substrat auszubilden. Mögliche Verfahren sind eine mechanische Gravur mit einer Präzisionsfräsvorrichtung oder eine andere Materialabtragung, z. B. mit einem fokussierten UV-Laser. Grundsätzlich können alle Instrumente eingesetzt werden, die es erlauben, auf Grundlage der oben genannten Datensätze jeweils ausgehend von einem Anfangspunkt und an einem Endpunkt endend, Linien in genügend feiner Strichstärke in einem geeigneten Substrat zu ziehen. Solche Materialbearbeitungen hinterlassen in dem Substrat charakteristische Spuren, aufgrund welcher der Fachmann zumindest mittels eines Elektronenmikroskops erkennen kann, welcher Instrumenttyp zur Erzeugung der Linien in dem Substrat verwendet wurde.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Gitterbildes (16, 19), das wenigstens ein Gitterfeld (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66) aufweist, mit folgenden Schritten:
 - 5 - Festlegen einer Umrisslinie (9) des Gitterfeldes (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66),
 - 10 - Füllen der Umrisslinie (9) mit dem Gittermuster (10) , wobei das Gittermuster (10) innerhalb der Umrisslinie (9) durch Gitterkoordinaten beschrieben wird,
 - 15 - Zuführen der Gitterkoordinaten an eine Schreibvorrichtung und
 - 15 - Erzeugen des Gittermusters (10) in einem Substrat mit der Schreibvorrichtung und anhand der Gitterkoordinaten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gittermuster (10) von nebeneinander angeordneten Gitterlinien (13) gebildet wird.
 - 20
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Gitterkoordinaten die Schnittpunkte der Gitterlinien (13) mit der Umrisslinie (9) sowie gegebenenfalls innerhalb der Umrisslinie liegende Gitterpunkte des Gitterfeldes (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66) ausgewählt werden.
 - 25
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mithilfe einer Datenverarbeitungsanlage die Umrisslinie des

Gitterfeldes (6, 61, 62, 63, 64, 65, 66) erstellt und mit dem Gittermuster (10) gefüllt wird.

5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gitterlinien geradlinig oder geschwungen sind.
5
6. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gitterkoordinaten der Gitterlinien (13) sequentiell ihren räumlichen Anordnungen entsprechend sortiert werden.
10
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Koordinaten eines Anfangspunkts (14) einer Gitterlinie (13) jeweils neben den Koordinaten eines Anfangspunkts (14) einer benachbarten Gitterlinie (13) und die Koordinaten eines Endpunkts (15) einer Gitterlinie (13) jeweils neben den Koordinaten eines Endpunkts (15) einer weiteren benachbarten Gitterlinie (13) sortiert werden.
15
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anfangs- und Endpunkte von nebeneinander liegenden Gitterlinien (13) zu einem mäanderförmigen Bearbeitungsweg (17) verbunden werden.
20
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schreibvorrichtung mithilfe von Strahlung in einem strahlungsempfindlichen Material eine Zustandsänderung herbeiführt.
25
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schreibvorrichtung entsprechend den Gitterkoordinaten über das strahlungsempfindliche Material geführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass als strahlungsempfindliches Material eine auf eine Substratplatte aufgebraachte Photoresistschicht verwendet wird.
- 5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Schreibvorrichtung ein Elektronenstrahl verwendet wird.
- 10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass nach der herbeigeführten Zustandsänderung eine Metallisierungsschicht auf das strahlungsempfindliche Material aufgebracht wird und dass davon auf galvanischem Wege eine metallische Abformung erzeugt wird.
- 15 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Abformung als Prägestempel zum Prägen eines Gitterbildes in ein Substrat verwendet wird.
- 20 15. Gitterbild, welches wenigstens ein mit bloßem Auge separat erkennbares Bildfeld aufweist, in dem ein Gittermuster aus nicht unterbrochenen Gitterlinien angeordnet ist, welches mittels eines Lithographieinstruments erzeugt ist.
- 25 16. Gitterbild nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass als Lithographieinstrument fokussierte Lichtstrahlung oder ein fokussierter Teilchenstrahl, insbesondere ein Elektronenstrahl, verwendet wird.
17. Gitterbild nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Gitterbild mehrere Bildfelder aufweist.

18. Gitterbild nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gitterbild weitere Bildanteile aufweist, die in einer anderen Technik erzeugt sind.
- 5 19. Gitterbild, nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gittermuster aus Gitterlinien besteht, die ein Beugungsgitter bilden.
- 10 20. Gitterbild nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gitterlinien (13) durch an ihren Enden (14, 15) angeordnete Umkehrstücke (23) zu mindestens einer mäanderförmig verlaufenden Gitterlinie verbunden sind.
- 15 21. Gitterbild nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Umkehrstrecken (23) verrundet sind.
22. Sicherheitselement mit einem Gitterbild gemäß wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 21.
- 20 23. Sicherheitselement nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitselement ein Sicherheitsfaden, ein Etikett oder ein Transferelement ist.
- 25 24. Sicherheitspapier mit einem Gitterbild gemäß wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 21.
25. Sicherheitspapier mit einem Sicherheitselement gemäß Anspruch 22 oder 23.

26. Sicherheitsdokument mit einem Gitterbild gemäß wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 21.
27. Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitselement gemäß Anspruch 22
5 oder 23.
28. Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitspapier gemäß Anspruch 24 oder 25.
- 10 29. Transfermaterial, insbesondere Heißprägefolie mit einem Gitterbild gemäß Anspruch 15 bis 21.
30. Vorrichtung zum Erzeugen eines Gitterbildes, das wenigstens ein mit bloßem Auge erkennbares Gitterfeld aufweist, mit folgenden Einrichtungen:
15
- Einrichtung zur Festlegung einer Umrisslinie des Gitterfeldes,
 - Einrichtung zum Füllen der Umrisslinie mit einem Gittermuster, wobei das Gittermuster innerhalb der Umrisslinie durch Gitterkoordinaten beschrieben wird,
20
 - Einrichtung zum Zuführen der Gitterkoordinaten an einer Schreibvorrichtung,
25
 - Schreibvorrichtung zum Erzeugen des Gittermusters in einem Substrat anhand der Gitterkoordinaten.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Schreibvorrichtung ein Elektronenstrahl ist.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Zum Erzeugen eines Gitterbildes für ein Sicherheitsdokument wird vorgeschlagen, in einem Zeichenprogramm eine Umrisslinie (9) mit Schraffurlinien (11) zu füllen, aus den Schnittpunkten der Schraffurlinien (11) mit der Umrisslinie (9) Gitterkoordinaten zu berechnen und die so erzeugten Datensätze einer Lithographiemaschine zuzuführen.

Figur 6

10

FIG 1

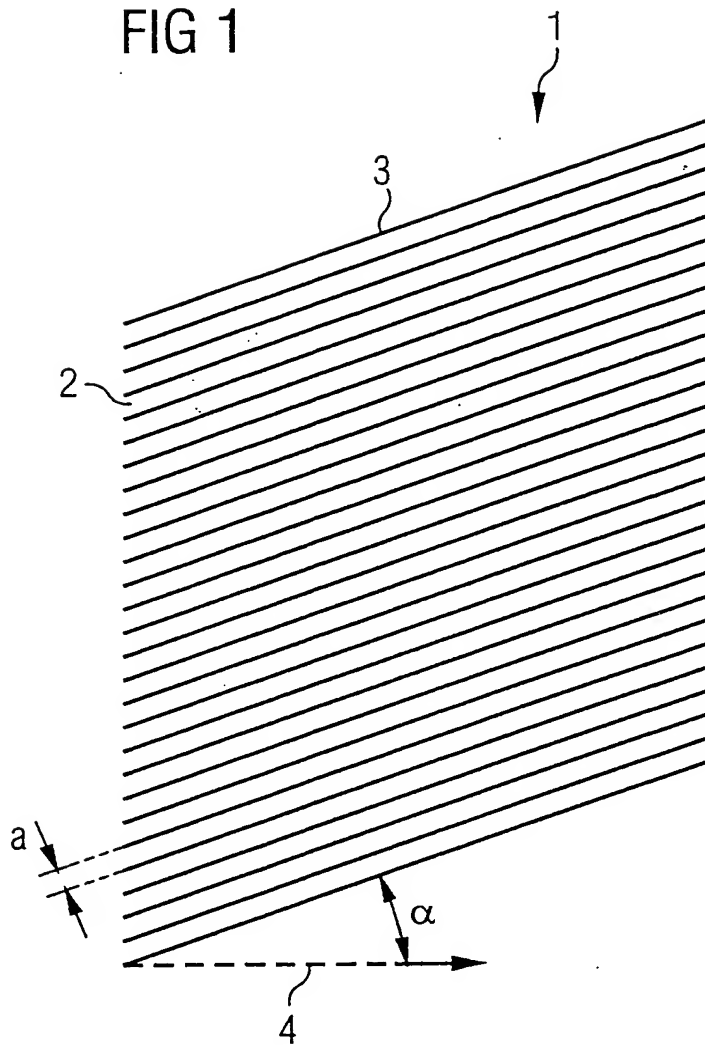


FIG 2

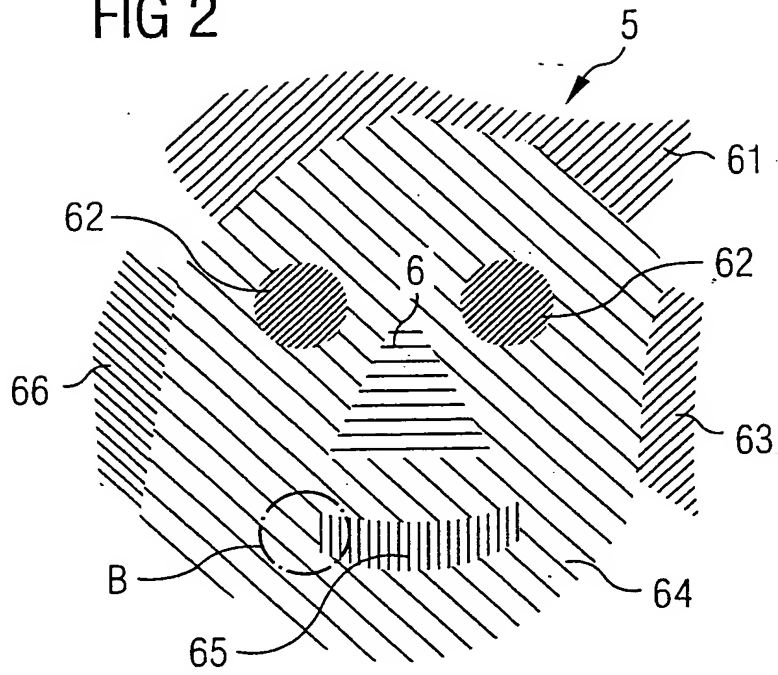


FIG 3 Stand der Technik

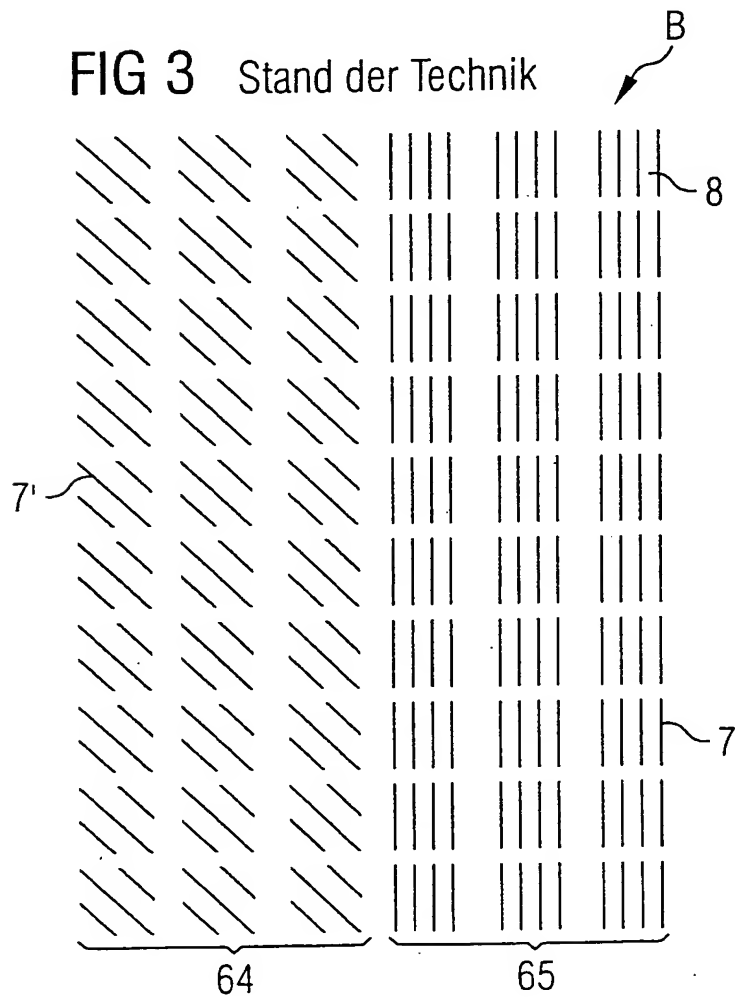


FIG 4

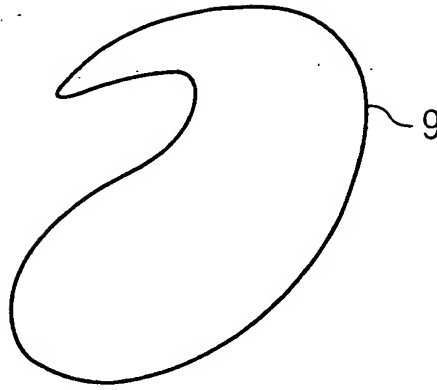


FIG 5

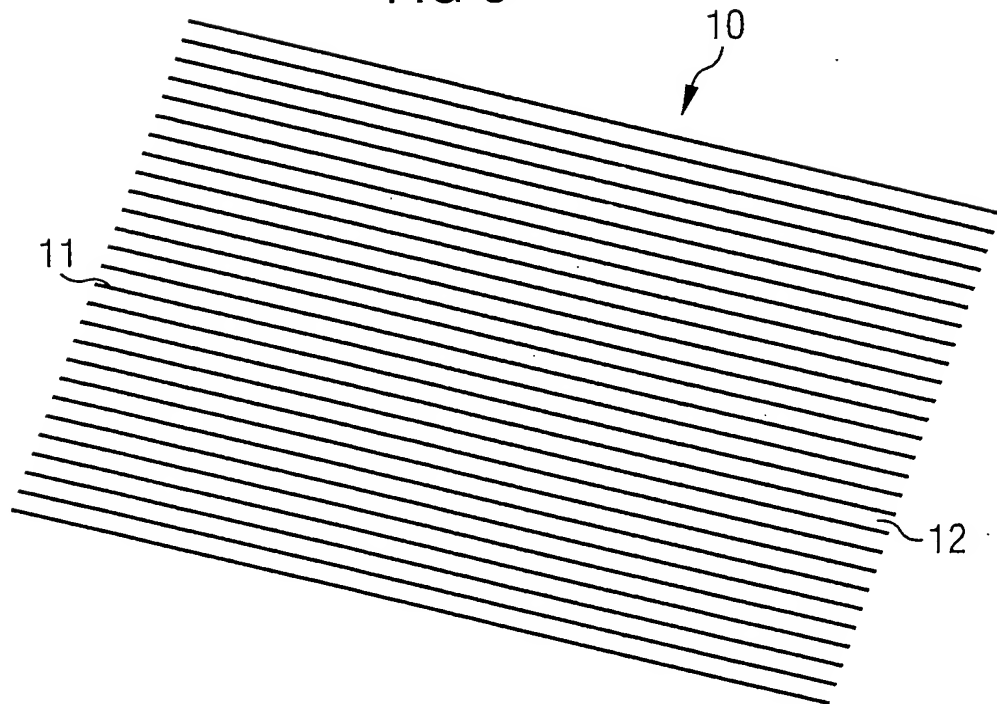


FIG 6

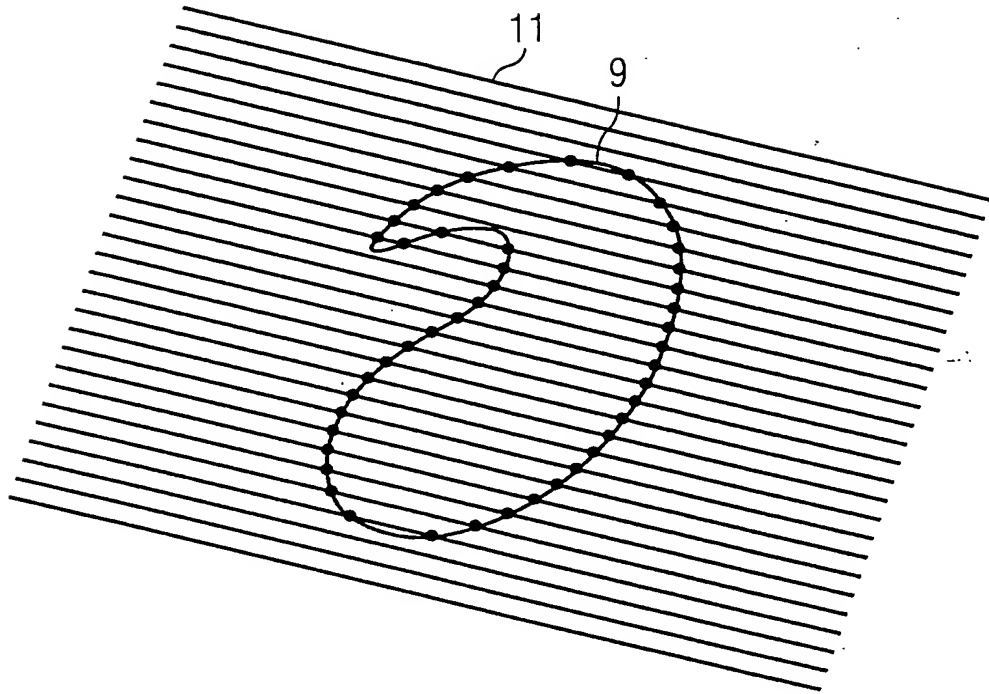


FIG 7

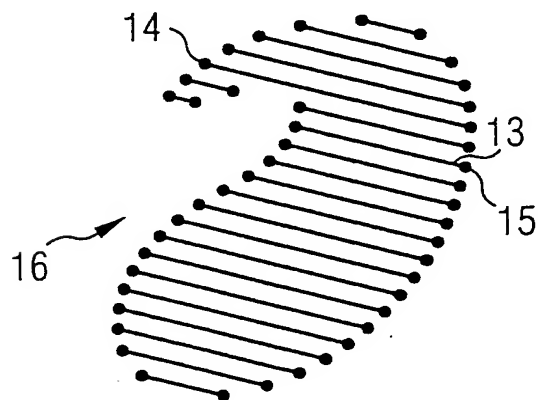


FIG 8

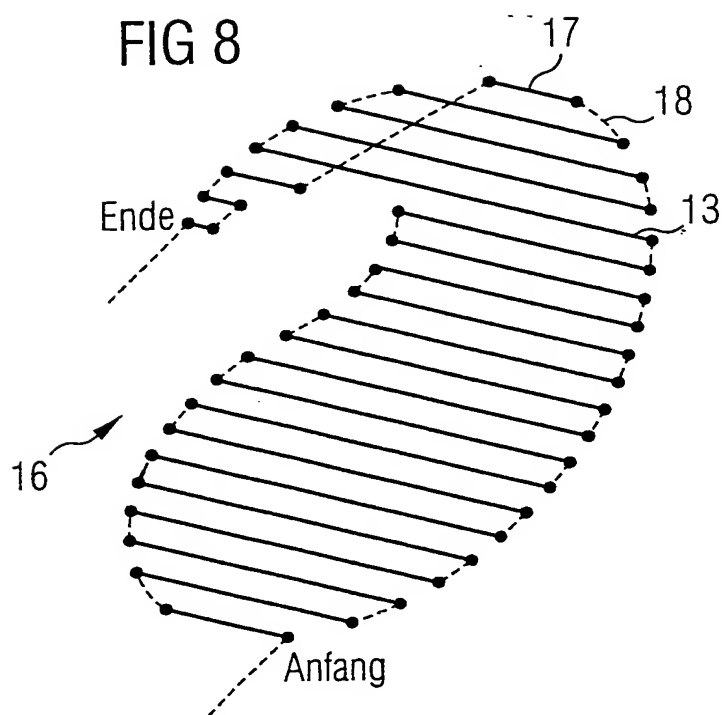


FIG 9

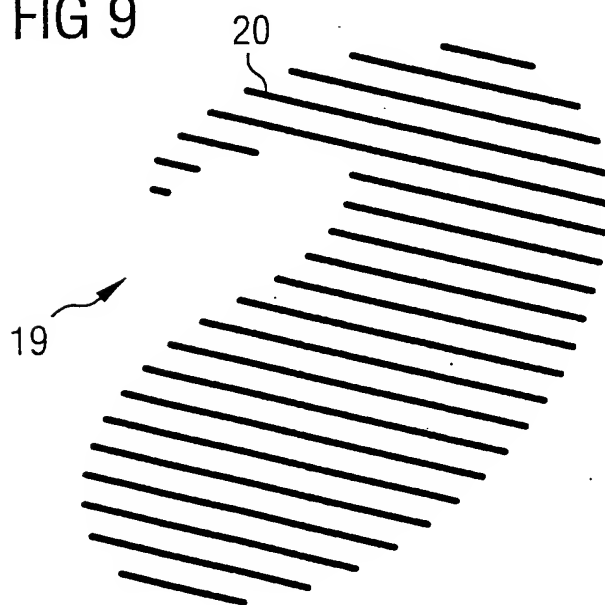


FIG 10

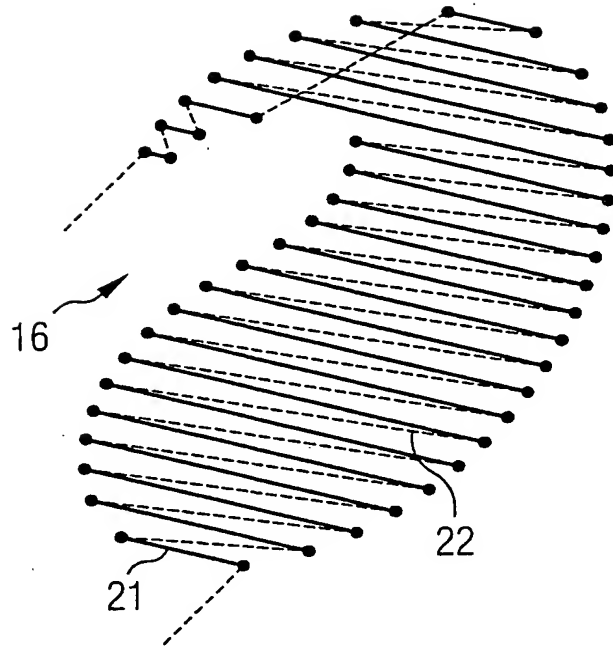


FIG 11

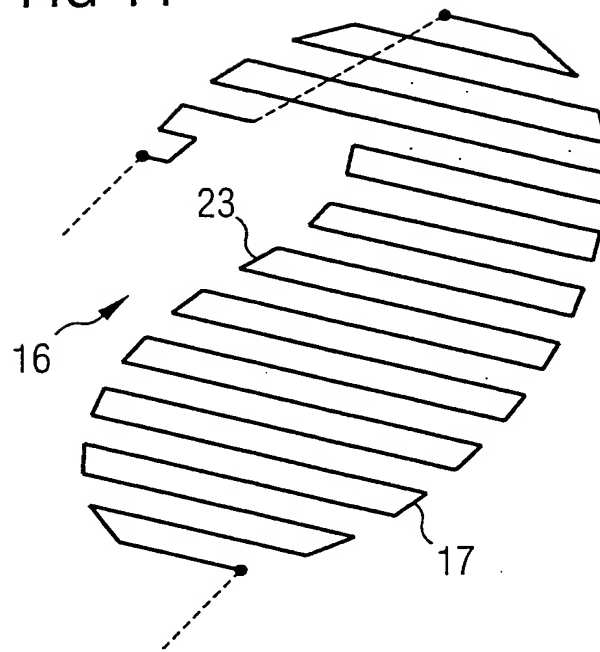


FIG 12

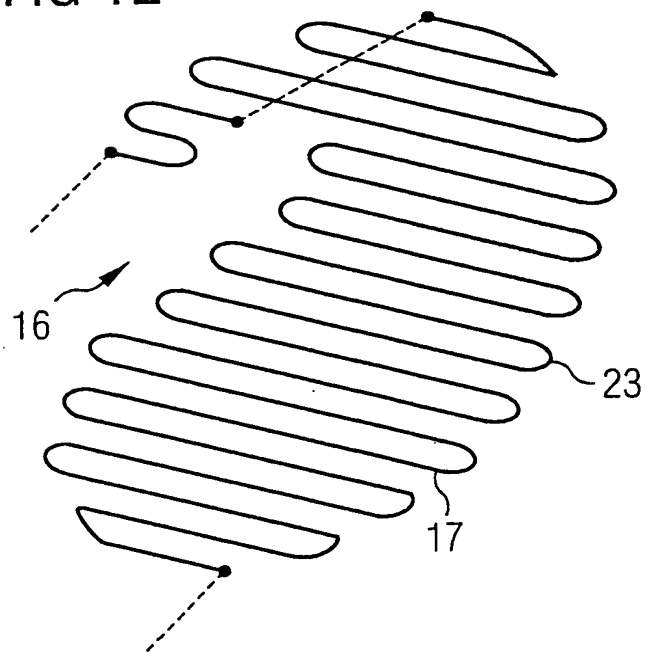


FIG 13

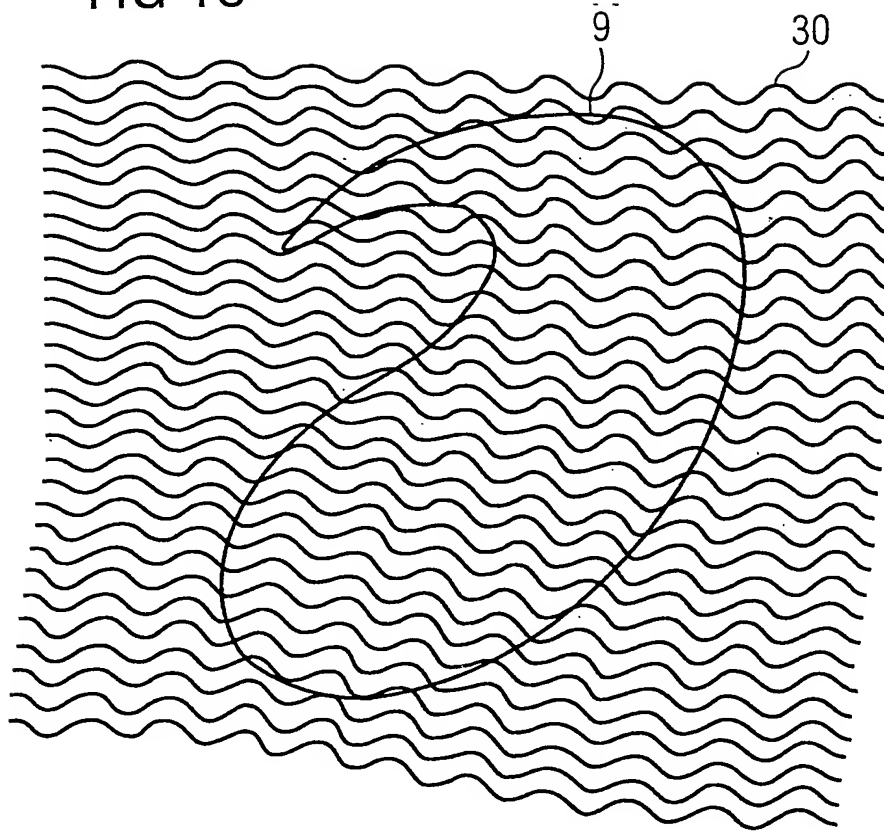
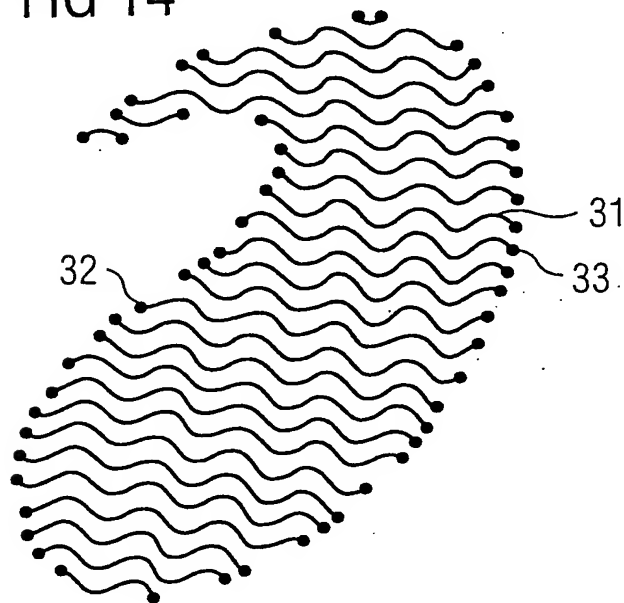


FIG 14



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.